



# EL COLEGIO DE MÉXICO

## CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

### **MAESTRÍA EN ECONOMÍA**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN ECONOMÍA

IMPACTOS DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES DEL  
PETRÓLEO Y LOS COMBUSTIBLES, Y DE LOS ESTÍMULOS  
FISCALES A LOS PRECIOS DE LAS GASOLINAS, EN LAS  
FINANZAS PÚBLICAS Y EN LA REASIGNACIÓN DE LOS  
RECURSOS EN MÉXICO.

**LEOBARDO ENRÍQUEZ HERNÁNDEZ**

PROMOCIÓN 2020-2022

**ASESOR:**

**HORACIO ENRIQUE SOBARZO FIMBRES**

AGOSTO, 2022



Bi<sup>23</sup> mi<sup>2'</sup>áan<sup>2</sup>na<sup>'3</sup> 'e<sup>3</sup> ca<sup>23</sup>jmée<sup>2</sup>ra<sup>'3</sup> 'e<sup>3</sup> bi<sup>23</sup> 'uø<sup>n</sup>na<sup>'3</sup>.  
Qui<sup>2</sup> ca<sup>23</sup>jmée<sup>2</sup>ra<sup>'3</sup> cø<sup>2</sup>juø<sup>'1</sup> quián<sup>23</sup> je<sup>2</sup> dxi<sup>3</sup>quién<sup>2</sup>na<sup>23</sup>.

*(Chinanteco del sureste bajo)*

Les agradezco mucho por ser tan amables conmigo.

Porque me apoyaron cuando me encontraba en dificultades.

Dedico este trabajo a mis padres, que en paz descansen, a mi hermano Hugo, a mis hermanas Nelly y Kelly, y a la comunidad de donde soy originario, San Gabriel de la Chinantla, Veracruz, México. Especial dedicatoria para Maty, por aguantar y acompañarme en esta etapa, espero poder compensar el tiempo que nos merecemos disfrutar juntos.

Agradezco a El Colegio de México y a sus excelentes profesores e investigadores por permitirme formar parte de su comunidad, al CONACYT por el apoyo brindado durante estos dos años y a los amigos que he conocido durante la maestría. Agradezco al Dr. Enrique Sobarzo Fimbres por todo su apoyo para la realización de esta tesis, su guía fue fundamental para el desarrollo y conclusión del trabajo.

## Resumen

Los subsidios al IEPS de la gasolina y del diésel en México, se han incrementado de manera muy importante en los primeros meses del 2022 con el fin de amortiguar los incrementos de los precios internos provocados por un contexto internacional de fuertes incrementos en los precios de los combustibles y de tasas de inflación crecientes. Estos subsidios representan el 100% del IEPS más un monto adicional, lo que genera costos importantes en las finanzas públicas que pueden compensarse por los incrementos de las rentas petroleras, producto de los incrementos de los precios del barril de petróleo. En este documento se analizan, a través de un modelo de equilibrio general basado en una Matriz de Contabilidad Social, los efectos de los cambios en los precios de referencia internacional del petróleo y de los combustibles, y del incremento de los subsidios a las gasolinas y diésel, en las finanzas públicas, la rentabilidad de los sectores económicos, las exportaciones, el consumo de los hogares y el ingreso salarial. Los principales resultados, considerando los tres efectos combinados, muestran que esta política de estímulos es efectiva al disminuir los precios de los combustibles, sin embargo, muestra la gran dependencia fiscal de las rentas petroleras, que más que compensan los costos asociados a estos estímulos, pues la recaudación neta incrementa en 7.5% bajo estos tres efectos. Además, en los efectos individuales, estos estímulos permiten por sí solos disminuciones de los precios de los combustibles en 11.7%, pero incrementos muy marginales del ingreso salarial y del consumo de los hogares (menos del 1%), mientras que el incremento de los precios del petróleo incrementa el ingreso salarial en 3.7% y el incremento de los precios internacionales de los combustibles la disminuyen en 1.4%. Con respecto al análisis por sectores, se tiene que las industrias con los mayores efectos en la rentabilidad y en los cambios en los precios promedio, coinciden con los sectores más importantes de la economía medidos por su centralidad en la estructura productiva.

**Palabras clave:** *equilibrio general, contabilidad social, grafos, política fiscal, subsidios, petróleo, gasolinas.*

## ÍNDICE

<i>Introducción</i> .....	<b>3</b>
<i>I. La Matriz de Contabilidad Social</i> .....	<b>6</b>
<i>II. El enfoque de “Transaction Values”</i> .....	<b>13</b>
<i>III. Precios de referencia internacional del petróleo y combustibles, y los estímulos fiscales a los precios de las gasolinas y del diésel.</i> .....	<b>16</b>
<i>IV. Simulaciones de escenarios y principales resultados</i> .....	<b>24</b>
<i>V. Digresión sobre la centralidad de red de los sectores</i> .....	<b>30</b>
<i>Conclusiones</i> .....	<b>32</b>
<i>Anexo 1</i> .....	<b>34</b>
<i>Anexo 2</i> .....	<b>48</b>
<i>Referencias</i> .....	<b>53</b>
<i>CUADROS</i> .....	<b>55</b>
<i>GRÁFICAS</i> .....	<b>55</b>
<i>GRAFOS</i> .....	<b>55</b>

## **Introducción**

Las cuentas nacionales son centrales en el análisis de los economistas, sus indicadores son los insumos de los análisis cuantitativos que describen la estructura económica como un sistema de agentes. Estas cuentas tuvieron sus primeros desarrollos con el surgimiento de la macroeconomía y la revolución keynesiana, en el contexto de la posguerra mundial, particularmente en los países desarrollados. Sin embargo, con la sofisticación de la economía moderna, las estadísticas de las cuentas nacionales se han vuelto más complejas, por lo que algunos autores como Bos (2009) argumentan que existe un cierto tipo de analfabetismo mundial en la contabilidad nacional entre los investigadores económicos.

De acuerdo con el INEGI (2021), con los cambios del entorno económico internacional de los años setenta las cuentas se complejizaron, sin embargo, la conversión de las cuentas nacionales en algo muy extenso y de difícil utilización se puede resolver parcialmente con un formato más adecuado como la construcción de las Matrices de Contabilidad Social (MCS). Esta es una matriz cuadrada que refleja las relaciones entre los sectores productivos, los sectores institucionales, hogares, empresas, gobierno, el sector externo, entre otros. Esta es una forma de representar las cuentas meso-económicas y macroeconómicas de un sistema socioeconómico, de tal manera que capture las transacciones y transferencias entre todos los agentes en el sistema (Pyatt y Round, 1985).

Las MCS se remontan a los trabajos pioneros del nobel de Economía Richard Stone en los 1950's sobre los criterios y las funciones de la contabilidad social. Posteriormente Graham Pyatt y Erik Thorbecke (1976) formalizaron las MCS y mostraron cómo puede ser usado como un marco conceptual para propósitos de política y planeación económica. Por su parte, Pyatt y Round (1979) formalizaron la descomposición de multiplicadores de las MCS siguiendo los canales de consumo, la distribución del valor agregado y del ingreso de los grupos socioeconómicos, para las cuentas principales como las actividades productivas, los factores y las instituciones. La estructura de la MCS que se empleará en este trabajo se basa principalmente en la descrita por Arne Drud, Wafik Grais y Graham Pyatt (1986).

En este trabajo se hace un análisis de los efectos de los cambios en los precios internacionales del petróleo y de los combustibles, y de los impuestos y subsidios al precio de las gasolinas, con una

estrategia de modelación de equilibrio general que se basará en una MCS. El modelo de equilibrio general es un modelo computacional en que los agentes son optimizadores, los mercados están en equilibrio (oferta es igual a la demanda) y hay equilibrio macroeconómico (ahorro es igual a inversión y los ingresos son igual a los gastos). La solución numérica de este modelo requiere de una base estadística como las MCS, parámetros consistentes que pueden calibrarse de acuerdo con los datos, y un software, en este caso se usará el General Algebraic Modeling System (GAMS). Este es un modelo de precios relativos que permite simular experimentos y obtener respuestas cuantitativas, con fundamentos teóricos microeconómicos y macroeconómicos. La metodología es pertinente ya que permite flexibilidad de tal manera que las cuentas se pueden ajustar para los fines específicos de la investigación y detallar los entornos de interés, permite un marco integral suficiente para simular los efectos de las políticas públicas. En este marco, los efectos de la variación de los precios internacionales y la política fiscal pueden estudiarse de una manera más completa, considerando la interacción de los agentes económicos y sus relaciones de producción, distribución, consumo, ahorro, inversión y comercio con el exterior.

La política fiscal de impuesto especial IEPS a la gasolina contrasta con los subsidios que se aplican para amortiguar el incremento de los precios que pudieran afectar la inflación general y estos subsidios implican un costo que podrían verse compensados con el incremento de los ingresos petroleros, producto del incremento de los precios internacionales del petróleo. Por ello es importante ver los efectos de esta política en las finanzas públicas y en la asignación de los recursos, especialmente en un contexto en que los precios de los combustibles y del petróleo son más volátiles. Los efectos van más allá de la esfera productiva, por lo que resulta importante analizar los alcances considerando sus efectos en las finanzas públicas, en el consumo agregado de los hogares y en los ingresos factoriales, especialmente el salarial.

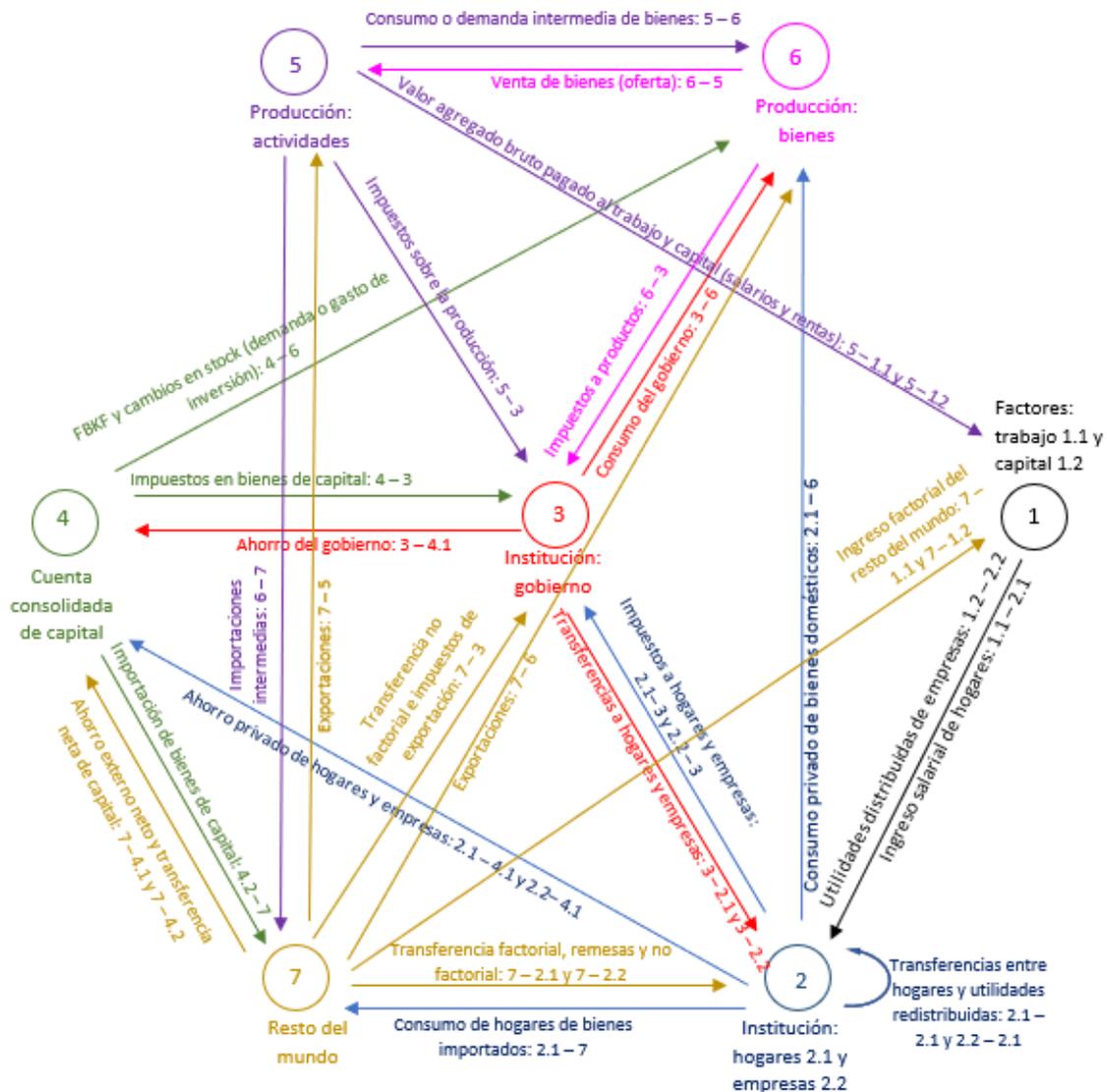
En la primera sección se presentará la MCS compacta con año base 2013 que se construyó para este trabajo. En la segunda sección se presenta el enfoque de “*transaction values*” que se emplea para calibrar el modelo de equilibrio general con base en los datos de la MCS. En la tercera sección, se plantea el problema de política a analizar, se describe el contexto económico general y se presentan las evoluciones de los precios de referencia internacional del petróleo y de los combustibles, y de los estímulos fiscales a los precios de las gasolinas y del diésel. En la cuarta

sección, se presentan algunos escenarios de simulación de los efectos de los cambios en los precios de referencia internacional del petróleo y combustibles, así como de los cambios en los impuestos y subsidios. En una quinta sección se hace una breve digresión sobre la centralidad de red de los sectores productivos considerados. Finalmente, se presentarán las principales conclusiones de la investigación.

## I. La Matriz de Contabilidad Social

La MCS es una manera conveniente de presentar la “fotografía” de una economía y tiene la forma de una matriz cuadrada, en la que las cuentas se ordenan de distintas maneras y se desagregan de acuerdo con los intereses del análisis. Esta puede verse como una representación matricial del circuito de ingresos y gastos de la economía, en la Figura 1 se muestran de manera general las principales relaciones de ingresos y gastos entre las distintas cuentas de este circuito. El origen de la flecha muestra al agente que hace el pago y la punta de la flecha a quien lo recibe como un ingreso.

**Figura 1**  
**Circuito económico de transacciones ingreso – gasto.**



Fuente: Elaboración propia con base en Pyatt (1991) y Thorbecke (2000).

En general, podemos describir estas relaciones de la siguiente manera. La cuenta de factores (1) recibe remuneraciones al factor trabajo (1.1) y capital (1.2) desde la cuenta de las actividades productivas (5), además de ingresos factoriales de la cuenta del resto del mundo (7). Estos ingresos son distribuidos en la cuenta (2), a los hogares (2.1) como ingresos laborales y a las empresas (2.2) como utilidades distribuidas.

La cuenta de instituciones (2) que incluye hogares (2.1) y empresas (2.2), muestra transferencias entre hogares y utilidades redistribuidas, tiene ingresos factoriales de la cuenta (1), transferencias de la cuenta del gobierno (3), y transferencias factoriales, remesas e ingresos no factoriales del resto del mundo (7). Por otra parte, esta cuenta tiene gastos por pagos de impuestos al gobierno (3), ahorro privado hacia la cuenta de capital (4), consumo de bienes domésticos de la cuenta (6), y gastos de consumo de bienes importados en la cuenta del exterior (7).

La cuenta del gobierno (3), tiene ingresos por impuestos de las cuentas institucionales de los hogares y empresas (2), de impuestos a los bienes de capital (4), de impuestos sobre las actividades (5), de impuestos a los bienes y servicios (6) y de transferencias no factoriales e impuestos a exportaciones del resto del mundo (7). Por el lado del gasto, el gobierno (3) hace transferencias a hogares y empresas de la cuenta (2), los ahorros de gobierno se transfieren hacia la cuenta de capital (4), y el gasto de consumo de gobierno se paga a la cuenta de bienes (6).

La cuenta consolidada de capital (4), tiene por el lado del ingreso los ahorros privados de las familias y empresas en la cuenta (2), el ahorro de la cuenta del gobierno (3), y el ahorro externo neto y las transferencias de capital del resto del mundo (7). Por el lado del gasto, se pagan impuestos sobre bienes de capital a la cuenta del gobierno (3), la formación de capital y cambios en el stock hacia la cuenta de bienes (6), y pagos por importación de bienes de capital al resto del mundo (7).

La cuenta de producción (5) presenta ingresos por oferta de bienes a la cuenta (6), y exportaciones al resto del mundo (7), mientras que, por el lado del gasto, hay un gasto de consumo de bienes intermedios a la cuenta (6), pagos a los factores capital y trabajo a la cuenta (1), pago de impuestos

sobre la producción a la cuenta del gobierno (3), y pagos por importaciones de bienes intermedios al resto del mundo (7).

La cuenta de bienes (6), tiene ingresos por el consumo privado de bienes por parte de los hogares y las empresas en la cuenta (2), consumo del gobierno (3), formación de capital y variación de los stocks de la cuenta de capital (4), por la demanda de bienes intermedios de la cuenta (5), y por exportaciones al resto del mundo (7). Por el lado del gasto, tenemos que hay gastos por compra de bienes de la cuenta (5) y los pagos de impuestos a los productos que fija el gobierno, cuenta (3).

La cuenta del resto del mundo (7) tiene ingresos de consumo de bienes importados por hogares y empresas nacionales en la cuenta (2), importaciones de bienes de capital de la cuenta (4), e importaciones de bienes intermedios de la cuenta (5). Por el lado del gasto, se tiene el ahorro externo neto y la transferencia neta de capital a la cuenta consolidada de capital (4), el gasto factorial hacia la cuenta de factores (1), las transferencias no factoriales hacia la cuenta de hogares y empresas (2), y las transferencias no factoriales e impuestos de exportación hacia la cuenta del gobierno (3).

En el Cuadro 1 se muestra la estructura general sintetizada por grandes cuentas de la MCS elaborada para este trabajo de investigación, basada en el circuito económico presentado en la Figura 1 y adaptada a los requerimientos del presente trabajo con datos del INEGI y SHCP. Esta se desagrega en 27 sectores productivos, y en su versión extendida, que se emplea para calibrar el modelo de equilibrio general, consta de 174 filas por 174 columnas.

**Cuadro 1. Estructura sintetizada de la Matriz de Contabilidad Social (primera parte)**  
**(Millones de pesos, año base 2013)**

	$VA_i$ $i = 1, \dots, 27$	$AC_i$ $i = 1, \dots, 27$	$DOM_i$ $i = 1, \dots, 27$	$EXP_i$ $i = 1, \dots, 27$	$IMP_i$ $i = 1, \dots, 27$	$COM_i$ $i = 1, \dots, 27$	Trabajo VA	Capital VA	Ingreso Salarial	Ingreso por Dividendos
$VA_i$ $i = 1, \dots, 27$		VAB - INSP 15,555,201								
$AC_i$ $i = 1, \dots, 27$			Producción Bruta - EXP 22,717,312	EXP 4,915,878						
$DOM_i$ $i = 1, \dots, 27$						UPIPB - EXP 22,726,771				
$EXP_i$ $i = 1, \dots, 27$										
$IMP_i$ $i = 1, \dots, 27$						IMP - INPCFI 5,263,933				
$COM_i$ $i = 1, \dots, 27$		UETONI 11,990,569								
Trabajo VA	SAL + SUE 3,648,661									
Capital VA	EBO 11,012,348									
Ingreso Salarial							(Trabajo VA) - ISR trabajo 3,222,628			
Ingreso por Dividendos								(Capital VA) - ISR capital 10,491,641		
Hogar. Ingreso									(Trabajo VA) - ISR trabajo 3,222,628	(Capital VA) - ISR capital 10,491,641
Hogar. Consumo										
Ahorro-inversión										
Imp. Indirecto	CSEE + CSIE 894,192	INSP 87,419	INPCI 9,459	INPE 0,567	INPCFI 97,228	INPCFD 527,880				
Imp. Directo							ISR trabajo 426,033	ISR capital 520,707		
Ingreso. Gob										
Consumo. Gob										
RM					IMP 5,166,705					
Total	Valor Agregado 15,555,201	Producción Bruta 27,633,189	Oferta doméstica 22,726,771	Oferta de exportaciones 4,915,878	Oferta de importaciones 5,263,933	Oferta Total 28,518,584	Gastos factor trabajo 3,648,661	Gastos factor capital 11,012,348	3,222,628	10,491,641

Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI, 2022.

**Cuadro 1. Estructura sintetizada de la Matriz de Contabilidad Social (continuación)**  
**(Millones de pesos, año base 2013)**

Hogar. Ingreso	Hogar. Consumo	Ahorro-Inversión	Imp. Indirecto	Imp. Directo	Ingreso. Gob	Consumo. Gob	RM	Total	
								Valor agregado 15,555,201.339	$VA_i$ $i = 1, \dots, 27$
								Producción total 27,633,189	$AC_i$ $i = 1, \dots, 27$
								Demanda de producción doméstica 22,726,771	$DOM_i$ $i = 1, \dots, 27$
							EXP + INPE 4,915,878	Demanda de exportaciones 4,915,878	$EXP_i$ $i = 1, \dots, 27$
								Demanda de importaciones 5,263,933	$IMP_i$ $i = 1, \dots, 27$
	CP + INPCP 10,880,670	FBKF + INPFK + VE + INPVE 3,661,290				CG + INPCG 1,986,054		Demanda total 28,518,584	$COM_i$ $i = 1, \dots, 27$
								Ingresos laborales totales 3,648,661	Trabajo VA
								Ingresos de capital total 11,012,348	Capital VA
								3,222,628	Ingreso Salarial
								10,491,641	Ingreso por Dividendos
								Ingresos del hogar 13,714,269	Hogar. Ingreso
Hogar. Consumo 10,880,670								Gastos del hogar 10,880,670	Hogar. Consumo
(Hogar. Ingreso) - (Hogar. Consumo) 2,833,599					(Ingreso. Gob) - (Consumo. Gob) 576,864		RM - EXP - INPE 250,827	Ahorros totales 3,661,290	Ahorro-inversión
								Impuestos indirectos totales 1,616,178	Imp. Indirecto
								Impuestos directos totales 946,740	Imp. Directo
			Imp. Indirecto 1,616,178	Imp. Directo 946,740				Ingresos del gobierno 2,562,918	Ingreso. Gob
					Consumo. Gob 1,986,054			1,986,054	Consumo. Gob
								Gastos del exterior 5,166,705	RM
13,714,269	Gastos de hogares 10,880,670	Inversión total 3,661,290	Impuestos indirectos totales 1,616,178	Impuestos directos totales 946,740	2,562,918	Gastos totales del gobierno 1,986,054	Ingresos del exterior 5,166,705		Total

Fuente: elaboración propia con base en datos del INEGI, 2022.

Esta es una matriz cuadrada que contiene sub-matrices, vectores y escalares, agrupados en 18 grandes cuentas tales como: valor agregado (VA), actividades (AC), producción doméstica (DOM), exportaciones (EXP), importaciones (IMP), bienes compuestos por bienes importados y domésticos (COM), valor agregado del trabajo (Trabajo VA), valor agregado del capital (Capital VA), ingreso salarial, ingresos por dividendos, ingresos de los hogares, consumo de los hogares, ahorro – inversión, impuestos indirectos, impuestos directos, ingreso del gobierno, consumo del gobierno y la cuenta del resto del mundo (RM). Las siglas presentadas dentro de la MCS se describen en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Siglas en la MCS resumida**

Siglas	Significado
SAL	Salarios
SUE	Sueldos
EBO	Excedente bruto de operación
CSEE	Contribuciones sociales efectivas de los empleadores
CSIE	Contribuciones sociales imputadas de los empleadores
VAB	Valor agregado bruto
INSP	Impuestos netos de subsidios sobre la producción
UETONI	Usos de la ET de origen nacional e importado
EXP	Exportaciones de bienes y servicios
INPCI	Impuestos netos sobre los productos [de consumo intermedio] de origen doméstico e importado
INPE	Impuestos netos sobre los productos [matriz doméstica e importada] de exportación
INPCFI	Impuesto sobre productos [de consumo final] netos de subsidios de origen importado
INPCFD	Impuesto sobre productos [de consumo final] netos de subsidios de origen doméstico
UPIPB	Utilización de la producción interna a precios básicos
IMP	Importaciones de bienes y servicios
CP	Consumo Privado
INPCP	Impuestos netos sobre los productos [ matriz doméstica e importada] de consumo privado
FBKF	Formación bruta de capital fijo
INPFK	Impuestos netos sobre los productos [ matriz doméstica e importada] de la FBKF
VE	Variación de existencias
INPVE	Impuestos netos sobre los productos [ matriz doméstica e importada] de la VE
CG	Consumo de gobierno
INPCG	Impuestos netos sobre los productos [matriz doméstica e importada] de consumo del gobierno

Fuente: elaboración propia, 2022.

Los 27 sectores económicos considerados se presentan en el Cuadro 3. Estos se homologan con base en los subsectores con clasificación SCIAN, compatible con Estados Unidos y Canadá.

**Cuadro 3. Sectores económicos en la MCS**

<b>No.</b>	<b>Sector</b>
1	Agropecuario y forestal
2	Petrolero
3	Minería de minerales
4	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica
5	Construcción
6	Alimentos
7	Bebidas
8	Tabaco
9	Textiles
10	Vestido
11	Cuero y piel
12	Madera y papel
13	Productos farmacéuticos
14	Productos químicos
15	Plástico y hule
16	Productos no metálicos
17	Hierro, acero y metales no ferrosos
18	Productos metálicos
19	Maquinaria no eléctrica
20	Maquinaria eléctrica
21	Equipos de transporte
22	Otras manufacturas
23	Comercio
24	Transporte
25	Agua, gas y comunicaciones
26	Financieros, seguros y de vivienda
27	Otros servicios

Fuente: elaboración propia con base a la clasificación SCIAN de subsectores, 2022.

## II. El enfoque de “Transaction Values”

Dada la MCS como una base de datos, de acuerdo con Drud, Grais y Pyatt (1983, 1986), se plantea la manera en que se determinan sus elementos numéricos (cada una de las transacciones) mediante especificaciones algebraicas con el enfoque de “transaction values” o TV, que reflejan los comportamientos de los agentes e instituciones y las restricciones tecnológicas. Esta es una forma sistemática de definir, estimar y resolver modelos de equilibrio general multisectorial de la economía basados en una MCS.

Sea  $T = [t_{ij}]$  la matriz cuadrada (MCS) con el elemento típico  $t_{ij}$ , que es el valor del ingreso que recibe  $i$  de parte de  $j$ , durante el período contable i.e., el valor del pago que hace  $j$  a  $i$ . La fila  $i$  es un vector de la matriz  $T$  y la columna  $i$  es otro vector de esta matriz.

Sea  $y_i$  la suma de todos los  $j$  elementos de la fila  $i$ , y por lo tanto también la suma de todos los  $k$  elementos de la columna  $i$ , de la matriz  $T$  ( $T_i = y_i = T'_i$ ). Esto es,  $y_i$  es el total de ingreso y total de gasto de  $i$ .

$$y_i = \sum_j t_{ij} = \sum_k t_{ki} \quad (1)$$

Definimos  $p_i$  y  $q_i$  tal que

$$y_i = p_i q_i \quad (2)$$

Para todas las cuentas  $i$  relacionadas con los factores, actividades o bienes y servicios, donde  $p_i$  es el precio de un factor particular, producto, bien o servicio, y  $q_i$  es la correspondiente cantidad.

Sea  $x$  el tipo de cambio (el precio doméstico de una unidad de moneda extranjera), sea  $\pi$  un vector de parámetros, tales como los precios internacionales, y sea  $\theta$  el tiempo. Especificamos una relación funcional

$$t_{ij} = t_{ij}(p, y, x; \pi, \theta) \quad (3)$$

Notemos que en (3) no aparece  $q_i$  ya que de (2) se sigue que  $q_i = y_i/p_i$ , por lo que la formulación del modelo es en términos de precios y flujos de valor para  $y_i$  y  $t_{ij}$ , es decir, un modelo en la forma de TV.

Los agregados  $y_{ij}$  pueden descomponerse en precio y cantidad, al igual que las celdas particulares de la MCS, por lo que es posible escribir  $t_{ij} = p_{ij}q_{ij}$  y con la restricción de que  $p_{ij} = p_i$  para todo  $i$  y  $j$ : el precio de todo factor, producto, bienes o servicio es independiente de la cuenta que los compra, entonces:

$$t_{ij} = p_i q_{ij} \tag{4}$$

Este supuesto implica que los precios son homogéneos en la fila de la MCS. Los factores, bienes y servicios físicamente idénticos, pero que se venden en diferentes precios en diferentes mercados, son diferentes y deberían de tener su propia cuenta separada en la MCS.

La idea de este enfoque es pasar de una MCS numérica con datos del año base a una estructura en forma de TV con formas funcionales que corresponden a especificaciones elementales para describir la tecnología y el comportamiento de los agentes, con el fin de calibrar un modelo de equilibrio general y obtener soluciones con base a un equilibrio inicial de la economía reflejada en la MCS. Esta modelación se presenta en dos etapas, empezando con las cuentas de actividades y de bienes y servicios, y luego las cuentas de factores, instituciones y el resto del mundo. Adicionalmente se agregan restricciones de cierre del sistema para que no esté sub-determinada únicamente con las especificaciones de las dos etapas restringidas por las identidades de la MCS y se agregan las condiciones para la calibración del modelo de equilibrio general y así poder hacer las simulaciones requeridas para la investigación. Ver el Anexo 1 para mayor detalle el planteamiento y el desarrollo de las ecuaciones del modelo, las restricciones de cierre y la calibración del modelo, que se basa completamente en Drud, Grais y Pyatt (1986).

Algunas de las características generales y supuestos del modelo, como lo describe Sobarzo (2019), son los siguientes. El nivel de agregación es de 27 sectores económicos, cada uno produce un solo bien, bajo el criterio del producto principal, de los cuales 21 son comerciables, producen para el mercado externo. En la dimensionalidad, consideramos dos factores de producción, el trabajo y el

capital, que pueden intercambiarse entre sectores y fijos en el agregado, sus precios (los salarios y la tasa de interés) se ajustan para equilibrar los mercados. Además, consideramos un consumidor representativo, al resto del mundo como una unidad y que la inversión se ajusta al ahorro doméstico y externo disponible. Todas las actividades de producción combinan insumos intermedios compuestos en proporciones fijas, los bienes compuestos se combinan con cierto grado de elasticidad de sustitución entre bienes domésticos y externos. Los sectores operan con una tecnología Leontief para los insumos intermedios y combinan trabajo y capital con una función de producción Cobb-Douglas generando valor agregado o producción neta. El agregado de los insumos intermedios y la producción neta se combinan en proporciones fijas para formar la oferta en cada sector y pagan impuestos sobre la producción y contribuciones a la seguridad social. La mayor parte de los sectores producen para el mercado interno y externo a excepción de algunos que solamente producen para el interno, las exportaciones enfrentan una curva de demanda con pendiente negativa que depende de la elasticidad precio de la demanda, entre otros factores. La oferta doméstica se combina con bienes importados para formar bienes compuestos considerando elasticidades de tipo Armington (1969). Con respecto a las importaciones, se considera el caso de un país pequeño y que los bienes y servicios domésticos y extranjeros son sustitutos imperfectos. El numerario se elige igualando el índice de precios al consumidor a uno. Por el lado de la demanda final, se considera un consumidor representativo cuyas preferencias obedecen a la separabilidad homotética entre bienes, la maximización de la utilidad implica dos etapas del proceso de decisión, la primera representaba por las preferencias de tipo Cobb-Douglas con el que el consumidor asigna su gasto de consumo entre bienes basado en el índice de precios de todos los bienes y en la segunda etapa representado por las preferencias CES para cada bien, el consumidor asigna gastos de cada bien entre bienes domésticos e importados. Además, se considera que el consumo de gobierno y la inversión se comportan de la misma manera. Por el lado de los ingresos del gobierno, la MCS incorpora todos los impuestos desagregados de tal manera que se puedan diferenciar los distintos tipos de impuestos.

### **III. Precios de referencia internacional del petróleo y combustibles, y los estímulos fiscales a los precios de las gasolinas y del diésel.**

El IEPS es un impuesto por la producción, venta o importación de productos como gasolina, alcohol, cerveza y tabaco. En diciembre de 1980 se decretó la Ley del IEPS, en la que se estableció, entre otros, el impuesto sobre las gasolinas, abrogando la Ley del impuesto sobre Venta de Gasolina anterior. En las últimas décadas, las leyes que rigen los impuestos a los combustibles automotrices han sufrido diversas modificaciones.

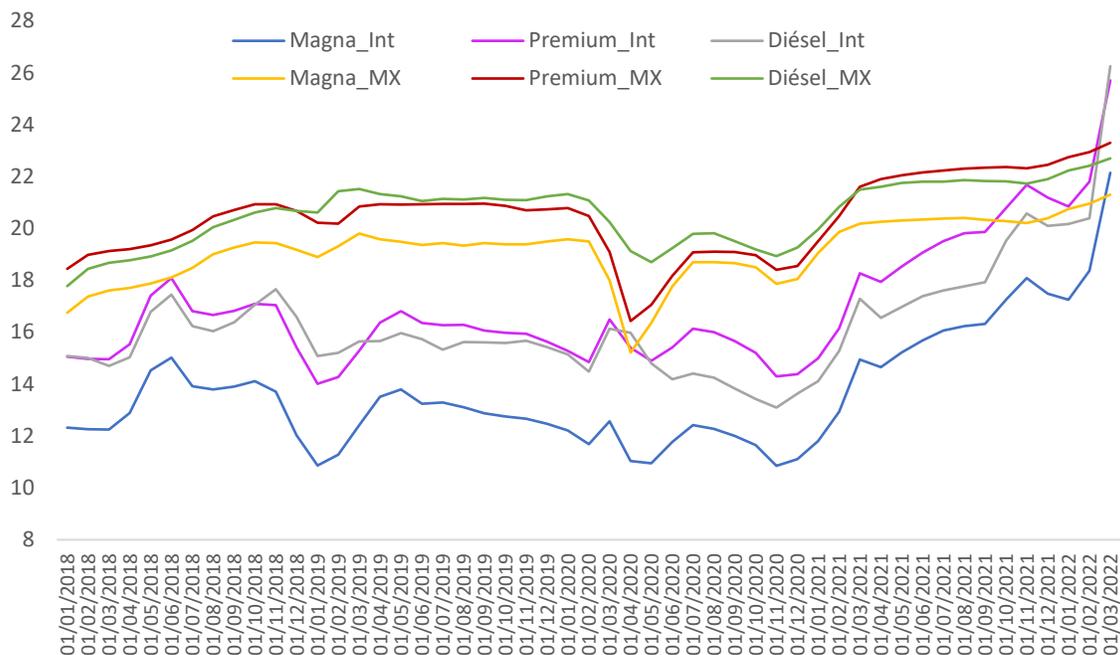
Más recientemente, el 18 de noviembre de 2015 se emitió en el Diario Oficial de la Federación (DOF) un decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley del Impuesto sobre la Renta (IVA), de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS), del Código Fiscal de la Federación y de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. En particular, se establecieron en materia del IEPS correspondiente a los combustibles automotrices tanto fósiles (gasolina menor a 92 octanos, gasolina mayor o igual a 92 octanos y diésel) como no fósiles, una cuota fija en pesos por litro. Este mismo año, el 24 de diciembre de 2015, se emitió un decreto por el que se establecen estímulos fiscales en materia del IEPS a los combustibles. Se tomaron en cuenta para la fijación de estos impuestos y para los subsidios, un nivel congruente con lo observado hasta agosto de 2015, la evolución de los futuros de los combustibles prevista para 2016, las condiciones del mercado petrolero internacional y la evolución del tipo de cambio.

El 27 de diciembre de 2016 se emitió en el DOF un decreto para mantener actualizados los estímulos fiscales en materia del impuesto especial sobre producción y servicios (IEPS) aplicables a los combustibles, tomando en cuenta el tipo de cambio y los precios del petróleo, y para establecer una relación más adecuada entre los precios relativos de los tipos de gasolinas. En este se establece el porcentaje de estímulo, el monto en pesos por litro y la cuota disminuida, para la gasolina menor a 92 octanos, la gasolina mayor o igual a 92 octanos y combustibles no fósiles, y para el diésel. Este decreto, ha tenido reformas con el objetivo de conservar el poder adquisitivo derivado de la volatilidad en los mercados globales de los energéticos y en el tipo de cambio, y es el que tenemos vigente en la actualidad.

Ante los incrementos de precios a nivel nacional e internacional, los más altos en las últimas décadas, y debido a que el estímulo fiscal a la cuota del IEPS llegó a su tope (100%), el 4 de marzo de 2022 se emitió un decreto en el que se establecen estímulos fiscales “complementarios” a los combustibles automotrices, que se actualizará semanalmente y estará vigente hasta diciembre de 2024. Este es un esquema complementario para enfrentar los incrementos de los precios de referencia internacional de los combustibles y del crudo, así como del tipo de cambio, que requieran estímulos superiores a las cuotas del impuesto IEPS aplicable a los combustibles. El monto del estímulo correspondiente a los litros vendidos por los proveedores en un mes se podrá acreditar contra el ISR e IVA en las declaraciones mensuales provisionales ante el SAT.

En la Gráfica 1, se muestra la evolución del precio de las gasolinas (magna y Premium) y del diésel en México y los de referencia internacional, los datos se muestran en pesos mexicanos por litro. Hay una tendencia creciente desde finales de 2020 y principios de 2021. De abril de 2021 a abril de 2022, el precio de referencia de la magna incrementó en 44%, la premium de 38% y el diésel a 65%, con un promedio de incremento para estos combustibles de 50%. En México, estos incrementos son de 7% en los tres casos, debido a los estímulos fiscales.

**Gráfica 1. Precio promedio de las gasolinas y diésel en México e internacional (pesos por litro)**



Fuente: U.S. Energy Information Administration and Comisión Reguladora de Energía, 2022.

En el Cuadro 4, se muestran los indicadores correspondientes a los subsidios en los primeros meses del año 2022. El 5 de marzo, se introduce el estímulo complementario con la cantidad por litro expresado en pesos. Para este periodo, hay un estímulo a la gasolina magna (menos de 91 octanos) del 100%, i.e., no se paga la cuota del IEPS de 5.4917 pesos por litro, y adicionalmente hay un descuento de 0.8716 pesos por litro. El subsidio para la magna ha sido del 100% desde mediados de febrero.

Estos subsidios complementarios se han extendido a la gasolina de mayor octanaje (premium) y no fósiles, y al diésel. En promedio en el 2021, se estableció el estímulo del 19.10% para la gasolina premium, el 5 de marzo ya alcanzaba el 97.14% y a mediados de mayo el estímulo era del 100% más un estímulo adicional de \$2.8323 pesos por litro; mientras que, en el caso del diésel, en promedio en el 2021 el porcentaje del estímulo era del 24.74%, alcanzó el 100% el 5 de marzo y a mediados de mayo era del 100% con el estímulo adicional de \$7.4316.

Por otra parte, incluyendo el estímulo adicional, hay un incremento del promedio del precio de la gasolina magna en 2021 al promedio del precio para el año 2022 (con datos a mediados mayo), de \$2.3379 a \$7.3286, lo que representa un incremento anual nominal del 213.5%. Los estímulos de la premium incrementaron de \$0.8249 a \$5.2824 y para el diésel de \$1.3905 a \$9.16, en el mismo periodo. El incremento promedio en subsidios a los tres tipos de combustibles es casi del 450%.

**Cuadro 4. Estímulos a las gasolinas y diésel en 2022.**

Fecha	Gasolina menor a 91 octanos				Gasolina mayor o igual a 91 octanos y combustibles no fósiles				Diésel			
	Porcentaje de Estímulo	Monto del estímulo (pesos/litro)	Cuota disminuida (pesos/litro)	Cantidad por litro (pesos)	Porcentaje de Estímulo	Monto del estímulo (pesos/litro)	Cuota disminuida (pesos/litro)	Cantidad por litro (pesos)	Porcentaje de Estímulo	Monto del estímulo (pesos/litro)	Cuota disminuida (pesos/litro)	Cantidad por litro (pesos)
<b>Promedio 2021</b>	<b>45.71%</b>	<b>2.3379</b>	<b>2.7769</b>		<b>19.10%</b>	<b>0.8249</b>	<b>3.4943</b>		<b>24.74%</b>	<b>1.3905</b>	<b>4.0694</b>	
8 al 14 de enero de 2022	62.25%	3.4187	2.0730		34.02%	1.5776	3.0599		47.71%	2.8793	3.1561	
15 al 21 de enero de 2022	66.42%	3.6478	1.8439		38.56%	1.7882	2.8493		57.30%	3.4581	2.5773	
29 enero al 04 febrero de 2022	81.65%	4.4840	1.0077		57.65%	2.6736	1.9639		71.89%	4.3387	1.6967	
5 al 11 de febrero de 2022	93.27%	5.1219	0.3698		71.51%	3.3165	1.3210		81.01%	4.8892	1.1462	
12 al 18 de febrero de 2022	100%	5.4917	0.0000		83.49%	3.8719	0.7656		89.64%	5.4101	0.6253	
19 al 25 de febrero de 2022	100%	5.4917	0.0000		82.75%	3.8374	0.8001		88.46%	5.3387	0.6967	
26 febrero al 4 marzo de 2022	99.10%	5.4421	0.0496		77.46%	3.5924	1.0451		78.64%	4.7463	1.2891	
5 al 11 de marzo de 2022	100%	5.4917	0.0000	0.8716	97.14%	4.5049	0.1326	0.0000	100%	6.0354	0.0000	0.6001
12 al 18 de marzo de 2022	100%	5.4917	0.0000	3.8741	100%	4.6375	0.0000	2.7480	100%	6.0354	0.0000	5.2380
19 al 25 de marzo de 2022	100%	5.4917	0.0000	2.0883	100%	4.6375	0.0000	1.3022	100%	6.0354	0.0000	2.1075
26 marzo al 01 abril de 2022	100%	5.4917	0.0000	2.4443	100%	4.6375	0.0000	1.6692	100%	6.0354	0.0000	4.0742
02 al 08 de abril de 2022	100%	5.4917	0.0000	1.9664	100%	4.6375	0.0000	1.1642	100%	6.0354	0.0000	3.1850
09 al 22 de abril de 2022	100%	5.4917	0.0000	1.0255	100%	4.6375	0.0000	0.1692	100%	6.0354	0.0000	2.8612
23 al 29 de abril de 2022	100%	5.4917	0.0000	1.8938	100%	4.6375	0.0000	1.0928	100%	6.0354	0.0000	4.7232
abril 30 a mayo 06 de 2022	100%	5.4917	0.0000	2.2608	100%	4.6375	0.0000	1.6039	100%	6.0354	0.0000	5.9178
07 al 13 de mayo de 2022	100%	5.4917	0.0000	3.1132	100%	4.6375	0.0000	2.8323	100%	6.0354	0.0000	7.4316

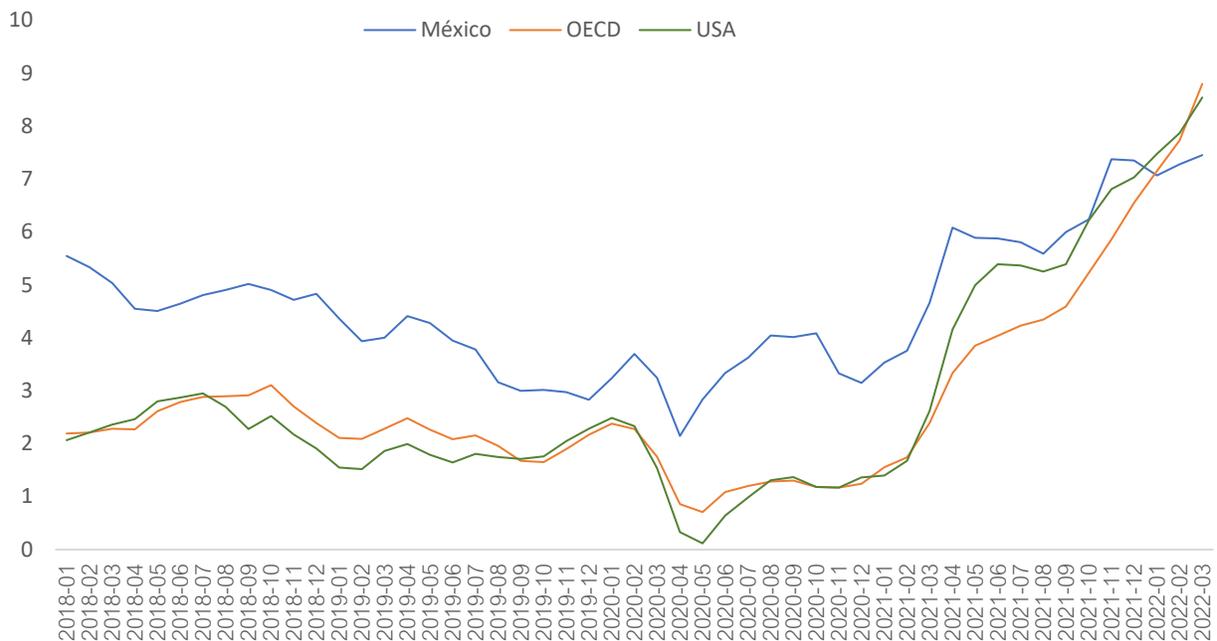
Fuente: elaboración propia con información del DOF, varias fechas.

Ya en anteriores periodos se han registrado recaudaciones negativas en lo que corresponde a las gasolinas, por ejemplo, del último semestre de 2005 al último trimestre de 2008 la recaudación fue negativa, al igual que en el periodo del tercer trimestre de 2009 al tercer trimestre del 2014.

En este contexto, el papel de los impuestos y el de los subsidios a los combustibles, cobran mayor relevancia en el debate económico, pues es importante analizar los efectos en recaudación fiscal y en la reasignación de los recursos a nivel de los sectores productivos de la economía, y no solamente los efectos que pudieran tener en la estabilidad de los precios.

Por una parte, el incremento en el precio de los combustibles impacta en los precios de otros bienes y servicios, como los de transporte o productos de la canasta básica principalmente, que terminan afectando proporcionalmente más a las familias de menores ingresos. La Gráfica 2 muestra la evolución de la inflación de enero de 2018 a marzo de 2022 en México, el promedio de los países de la OECD y en los Estados Unidos.

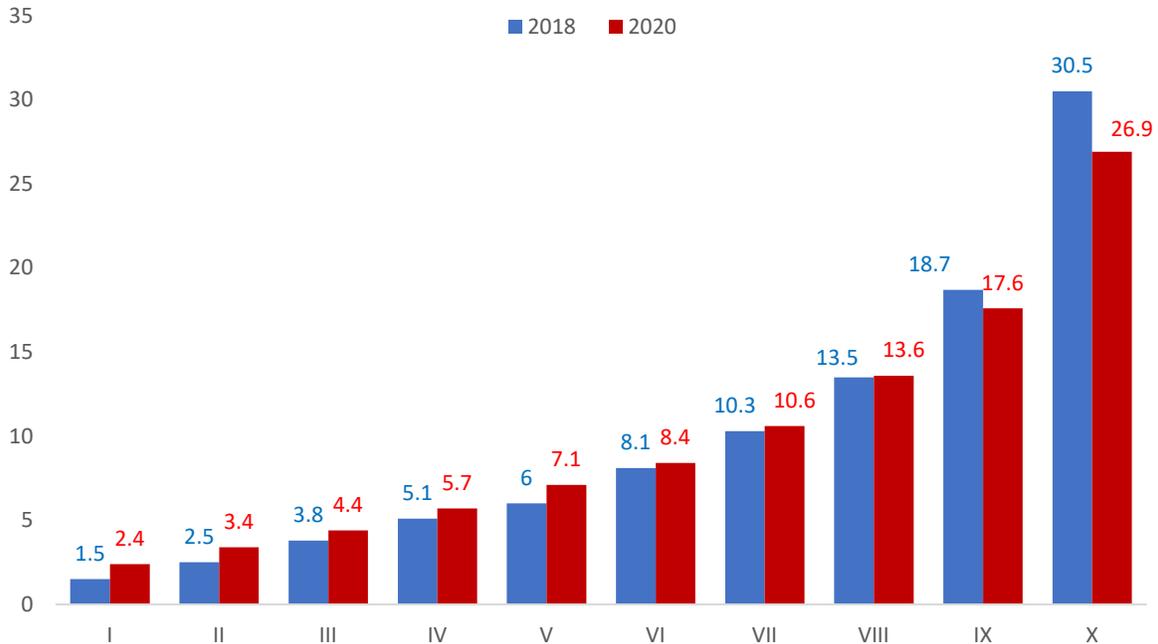
**Gráfica 2. Evolución mensual de la inflación en México, USA y el promedio de los países de la OECD.**  
(IPC año base 2015, tasa de crecimiento anual).



Fuente: elaboración propia con datos de la OECD, 2022.

Por otra parte, algunos estudios señalan que el estímulo a los combustibles es regresivo, ayuda a la población de mayores ingresos que son los que más consumen combustible (IMCO, 2022). La Gráfica 3 muestra la contribución porcentual a la recaudación del IEPS de gasolina y diésel por decil de hogares ordenados por ingreso per cápita.

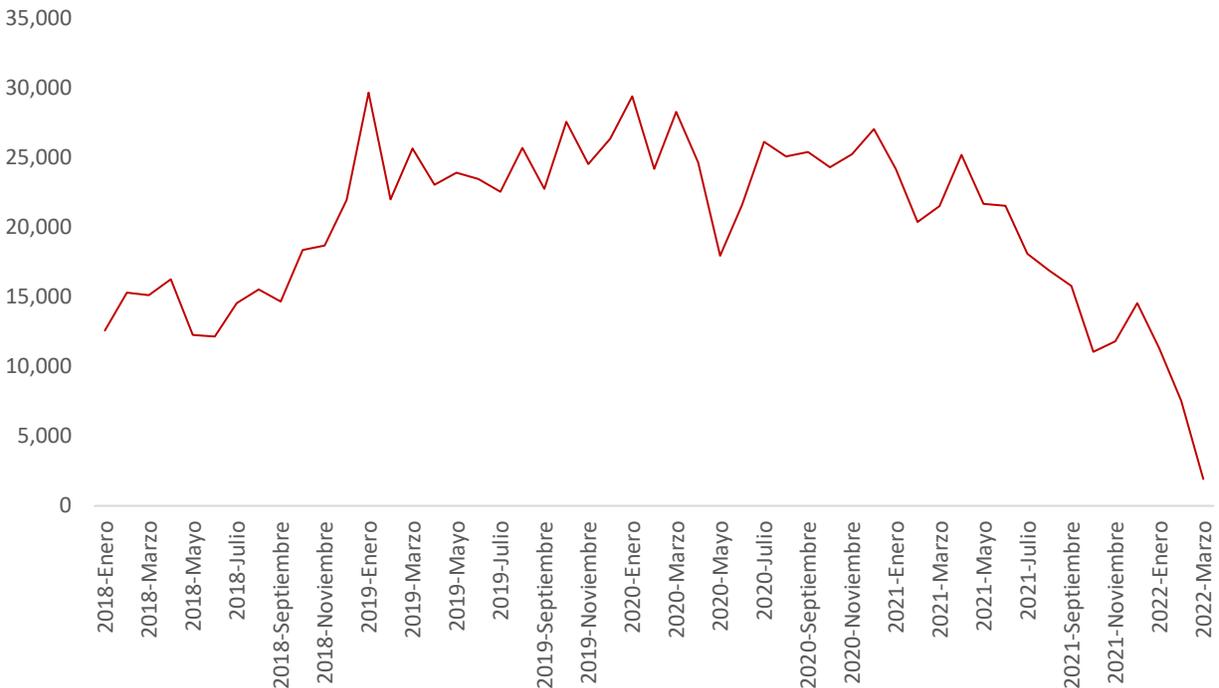
**Gráfica 3. Contribución porcentual a la recaudación del IEPS de gasolina y diésel (Deciles de hogares ordenados por ingreso per cápita)**



Fuente: Cálculos con base en la ENIGH 2018 y 2020.

Además, hay un costo fiscal de mantener los precios estables, y estos ingresos faltantes tienen un costo social en términos de recortes en programas sociales prioritarios, aunado a la posible disminución de ingresos fiscales por el menor crecimiento económico al esperado por la SHCP al determinar sus ingresos y gastos para el año 2022. Otra alternativa para mantener o aumentar los subsidios a los precios de los combustibles, sin recortar recursos a programas sociales, es recurrir a la deuda. En la siguiente Gráfica 4 se muestra la evolución de la recaudación por concepto de IEPS a combustibles automotrices.

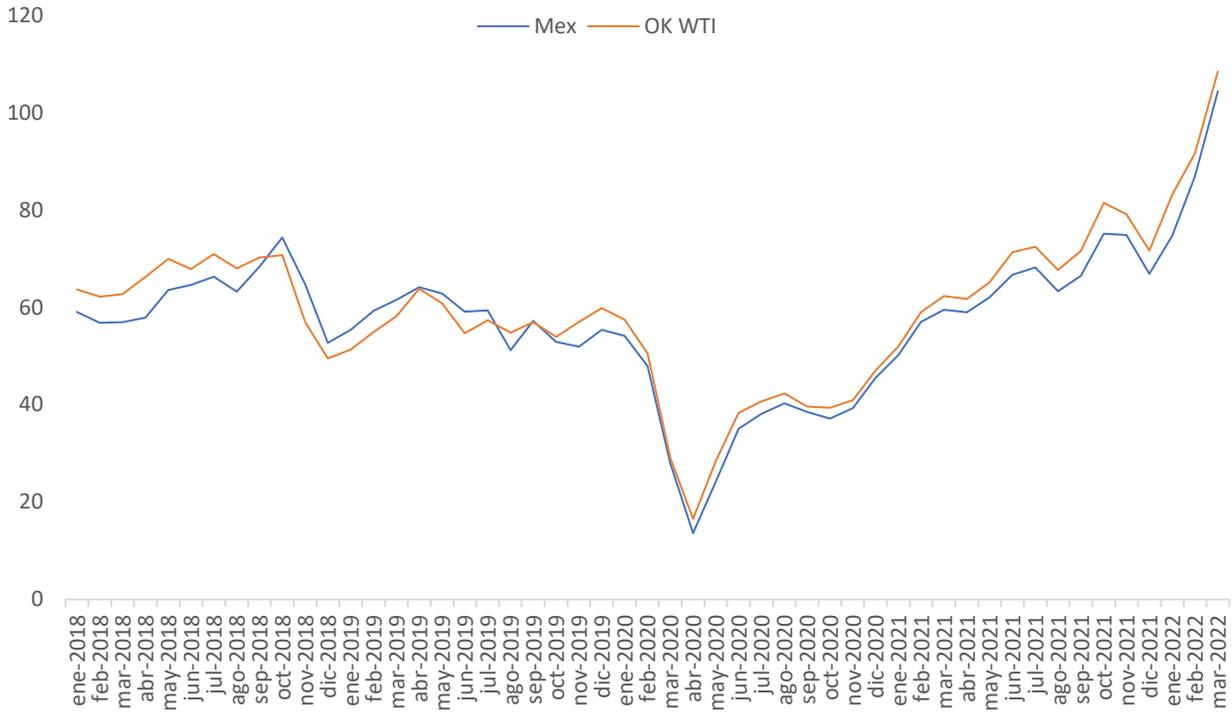
**Gráfica 4. Recaudación fiscal por concepto de EIPS a combustibles.**  
(millones de pesos)



Fuente: elaboración propia con datos del SAT, 2022.

Un elemento importante, que puede compensar estos subsidios a los combustibles, es el ingreso petrolero. Hay una elevada dependencia de las finanzas públicas del petróleo, los incrementos de los precios del petróleo significan ingresos adicionales para el gobierno federal. Sin embargo, la volatilidad de estos precios no permite determinar ex-ante con precisión el balance entre los ingresos petroleros y los subsidios requeridos ante el incremento de precios de los combustibles. En la Gráfica 5, se muestra la evolución de los precios del petróleo desde enero de 2018 a marzo de 2022, podemos observar que el precio ha superado los 100 dólares por barril en los últimos meses. El incremento de marzo de 2021 a marzo de 2022 es de 75% en ambos casos.

**Gráfica 5. Evolución de la mezcla mexicana de petróleo y el WTI (dólares por barril)**



Fuente: U.S. Energy Information Administration, 2022.

Una incógnita interesante para responder es si el subsidio a las gasolinas y al diésel se compensarán con los excedentes petroleros por incrementos de los precios del crudo de exportación mexicano. De ser el caso, probablemente todo este excedente se diluiría en subsidiar el aumento de los precios de los combustibles. Esta situación de dependencia fiscal petrolera no puede ser sostenible en el largo plazo.

#### IV. Simulaciones de escenarios y principales resultados

En esta investigación, se simulan varios escenarios de cambios en los impuestos y en los subsidios a la industria petrolera, incluyendo las actividades de extracción de petróleo y de producción de derivados del petróleo, principalmente gasolinas y diésel, además de los cambios en los precios internacionales de los combustibles importados y del petróleo crudo de exportación. Este planteamiento permite analizar los efectos de los cambios individuales, y de los cambios combinados.

En el Cuadro 5, se muestran los cuatro escenarios simulados para estas distintas combinaciones de cambios. En el primer escenario se considera un incremento del 50% para el precio de referencia internacional de los combustibles, un incremento del 75% del precio del petróleo y un incremento del 400% en los subsidios a los combustibles de venta nacional. En el segundo escenario se considera un incremento del 50% anual en los combustibles de referencia internacional, manteniendo sin cambios los precios de referencia internacional del petróleo y sin cambios en los subsidios a las gasolinas de venta nacional. En el tercer escenario se considera el incremento en 75% de los precios de referencia internacional del petróleo, sin cambios en los precios de referencia internacional de los combustibles y sin cambios en los subsidios. El cuarto escenario considera un incremento del 400% en los subsidios a los combustibles, sin cambios en las demás variables de precios de referencia internacional.

**Cuadro 5. Escenarios de simulación**

	Cambios exógenos		
	$\Delta P_{referencia}^{Combustibles}$	$\Delta P_{referencia}^{Petróleo}$	$\Delta S_{nacional}^{combustibles}$
Escenario 1	50%	75%	400%
Escenario 2	50%	0%	0%
Escenario 3	0%	75%	0%
Escenario 4	0%	0%	400%

Fuente: elaboración propia, 2022.

Al distorsionar los precios, los cambios en los precios de referencia internacional y la política de subsidios e impuestos a los combustibles afectan de manera diferente a los sectores, algunos

terminan con un mayor valor agregado que antes del cambio, y otros, por el contrario, se les reduce el valor agregado. Esto es, hay una distorsión de los precios que favorece los precios del capital o del trabajo para algunos sectores, volviendo a los factores de la producción más rentables para algunos sectores y perjudica a otros volviendo a los sectores menos rentables. Los efectos en el valor agregado de los sectores se muestran en el Cuadro 6. Si consideramos el Escenario 1 de los cambios simultáneos de los precios de referencia internacional de los combustibles y del barril del petróleo, y de los incrementos de los subsidios a las gasolinas y diésel, tenemos que los sectores que más se ven perjudicados por los cambios de los precios relativos en su valor agregado son los de manufacturas de maquinaria no eléctrica (-5.472%), de productos de hierro, acero y metales no ferrosos (-5.227%), maquinaria eléctrica (-4.802%), equipos de transporte (-4.172%) y textiles (-4.071%). Por otra parte, los sectores más beneficiados son los de construcción (3.164%) y de otros servicios (educativos, salud, entre otros) con 2.364%.

Si observamos estos efectos de manera individual, tenemos que la mayor parte de los cambios se deben a los incrementos del precio del petróleo (Escenario 3). El sector de la construcción incrementa su valor agregado en 5.61% considerando únicamente el incremento de los precios del petróleo, sin embargo, el incremento de los precios de referencia internacional de los combustibles disminuye el valor agregado de este sector en 1.092%, mientras que, con el incremento de los subsidios a los precios internos a la gasolina y diésel, en este sector disminuye en 1.035%. Los tres efectos combinados, muestra un incremento del valor agregado de la construcción en 3.164%. Para el sector de otros servicios, que incluye servicios educativos, de salud y gubernamentales, se da un comportamiento similar.

**Cuadro 6. Cambios porcentuales en el valor agregado sectorial (distintos escenarios)**

Sector	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Agropecuario y forestal	-2.5650	1.0010	-4.5200	0.5120
Minería de minerales	-0.8670	0.1970	-1.6050	0.4280
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	-0.6500	0.1450	-1.2190	0.3450
Construcción	3.1640	-1.0920	5.6100	-1.0350
Alimentos	0.0200	-0.1780	-0.0900	0.2790
Bebidas	0.0360	-0.2560	-0.1190	0.3900
Tabaco	-0.5690	0.3260	-0.9130	-0.0220
Textiles	-4.0710	1.7940	-6.9150	0.6700

Vestido	-2.9970	1.3730	-5.0230	0.4820
Cuero y piel	-2.1300	0.8960	-3.6300	0.4660
Madera y papel	-2.1560	0.8750	-3.7220	0.4580
Productos farmacéuticos	0.1330	-0.2420	0.1060	0.3050
Productos químicos	-1.8310	-0.7500	-4.2720	2.8770
Plástico y hule	-3.2210	1.1480	-5.6550	0.9630
Productos no metálicos	-0.9510	0.4440	-1.5720	0.1130
Hierro, acero y metales no ferrosos	-5.2270	2.3520	-8.9050	0.8310
Productos metálicos	-3.9980	1.8820	-6.6870	0.4700
Maquinaria no eléctrica	-5.4720	2.6940	-9.0800	0.4450
Maquinaria eléctrica	-4.8020	2.2130	-8.1380	0.5310
Equipos de transporte	-4.1720	2.0390	-6.9360	0.3660
Otras manufacturas	-2.3780	1.0320	-4.0530	0.4010
Comercio	-1.7450	0.9010	-2.8520	0.1290
Transporte	0.1800	-1.4530	-0.7530	2.2410
Agua, gas y comunicaciones	0.3570	-0.2470	0.5410	0.0880
Financieros, seguros y de vivienda	0.1580	-0.0570	0.2770	-0.0480
Otros servicios	2.3640	-0.7080	4.2590	-0.9730
Promedio	-1.6688	0.6280	-2.9179	0.4505

Fuente: elaboración propia, 2022.

Considerando solamente el incremento de los precios de referencia internacional de los combustibles (Escenario 2), tenemos que los sectores que más incrementan su valor agregado, son los relacionados a las actividades de manufactura mencionados anteriormente, como maquinaria no eléctrica (2.694%), productos de hierro, acero y metales no ferrosos (2.352%), maquinaria eléctrica (2.213%), equipos de transporte (2.039%), entre otros. En este escenario, los sectores que disminuyen su valor agregado en mayor medida son los de servicios de transporte (-1.453%) y la construcción (-1.092%). En el Escenario 3, de considerar solamente el incremento del precio de referencia del barril de petróleo, el comportamiento es el opuesto, pero con mayor intensidad, por ejemplo, el sector de maquinaria no eléctrica cae en 9.08% y el de productos de hierro, acero y metales no ferrosos cae en 8.905%, mientras que la construcción incrementa su valor agregado en 5.61% y el sector de otros servicios incrementa en 4.259%. El incremento de los subsidios, por sí mismo, favorece más a los sectores de los productos químicos y los servicios de transporte, que incrementan su valor agregado en 2.877% y 2.241%, respectivamente. Esto último implica que estos sectores se ven favorecidos en su valor agregado por las distorsiones de precios que por sí mismo implica un incremento de los subsidios a los combustibles.

En el Cuadro 7 se muestran los cambios promedio de los precios por sector económico. En general, podemos observar que para el caso de los efectos combinados (Escenario 1), los precios caen en la mayoría de los sectores. En este escenario, la mayor caída se presenta en el sector petrolero, en que se aplica el estímulo para las gasolinas y el diésel, de -4.357%, seguido de las caídas en los sectores de maquinaria eléctrica (-3.09%) y maquinaria no eléctrica (-3.023%).

Observando los efectos individuales, tenemos que en el Escenario 2, de incrementos de los precios de los combustibles de referencia internacional, el incremento de los precios en el sector petrolero es del 9.748%, y los sectores que también incrementan sus precios son los de productos químicos (1.544%), maquinaria eléctrica (1.187%), maquinaria no eléctrica (1.154%) y los servicios de transporte (1%). Si se consideran los efectos del incremento del precio del petróleo, en la mayoría de los sectores disminuyen los precios, especialmente en los sectores de maquinaria eléctrica (-5.441%) y maquinaria no eléctrica (-5.331%). En el Escenario 4, al considerar únicamente el incremento de los subsidios, tenemos que los precios caen en la industria petrolera (-11.747%), y en los servicios de transporte (-1.411%). Sin embargo, en este escenario, la mayoría de los sectores incrementan sus precios, aunque en niveles muy bajos. Esto último permite ver que han habido efectos muy importantes en la disminución de los precios a las gasolinas, que se deben principalmente a los estímulos fiscales implementados.

**Cuadro 7. Cambios porcentuales en los Precios Promedio (distintos escenarios)**

Sector	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Agropecuario y forestal	-0.2170	-0.1330	-0.5920	0.4120
Petrolero	-4.3570	9.7480	-1.1980	-11.7470
Minería de minerales	-0.0550	0.2510	0.0770	-0.2920
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	-0.0100	0.0040	-0.0170	0.0020
Construcción	0.5020	-0.4980	0.6260	0.4270
Alimentos	-0.1450	-0.2300	-0.5070	0.5250
Bebidas	-0.1030	-0.1620	-0.3600	0.3930
Tabaco	0.3800	-0.6370	0.2650	0.7540
Textiles	-1.6770	0.5560	-3.0420	0.5480
Vestido	-1.1230	0.2430	-2.1470	0.5810
Cuero y piel	-1.3890	0.3850	-2.5840	0.5790
Madera y papel	-1.2250	0.3960	-2.2370	0.4280
Productos farmacéuticos	-1.3300	0.4510	-2.4040	0.4390
Productos químicos	-2.0440	1.5440	-3.0060	-0.6950
Plástico y hule	-1.9500	0.8040	-3.4010	0.3960
Productos no metálicos	-0.4300	0.1620	-0.7750	0.1500
Hierro, acero y metales no ferrosos	-1.3170	0.4760	-2.3540	0.3930
Productos metálicos	-1.9010	0.6610	-3.4120	0.5810
Maquinaria no eléctrica	-3.0230	1.1540	-5.3310	0.7420
Maquinaria eléctrica	-3.0900	1.1870	-5.4410	0.7440
Equipos de transporte	-1.9450	0.6420	-3.5160	0.6530
Otras manufacturas	-2.0210	0.7210	-3.6110	0.5870
Comercio	0.8730	-0.8120	1.1440	0.6250
Transporte	-0.1380	1.0000	0.5010	-1.4110
Agua, gas y comunicaciones	0.4290	-0.5180	0.4610	0.5210
Financieros, seguros y de vivienda	0.8070	-0.8800	0.9550	0.7890
Otros servicios	1.2650	-0.8930	1.8760	0.4030
Promedio	-0.9346	0.5786	-1.4826	-0.0916

Fuente: elaboración propia, 2022.

En el Cuadro 8 se muestran los cambios en los ingresos fiscales del gobierno, en el consumo de los hogares, en el ingreso salario y en las exportaciones, frente a los distintos escenarios planteados. Considerando los incrementos combinados de los precios de referencia internacional de los combustibles y del petróleo, y los incrementos en los subsidios (Escenario 1), tenemos que los ingresos del gobierno incrementan en 7.51%. Si observamos los escenarios individuales, tenemos que este incremento se debe al incremento de los ingresos fiscales por el incremento de precios del petróleo (Escenario 3) con el 13.297%, mientras que el incremento de los precios de referencia

internacional de combustibles (Escenario 2), disminuyen este ingreso en 2.595% y los estímulos fiscales (Escenario 4) los disminuyen en 2.349%.

Por otra parte, con respecto al consumo de los hogares, éstos incrementan en 1.2594% en el Escenario 1, en mayor medida por el incremento de los precios del petróleo con un incremento del 1.7099% en el Escenario 3. El consumo de los hogares cae en 1.1031% por el incremento de los precios de los combustibles, mientras que el estímulo incrementa este consumo en 0.7538%. El ingreso salarial tiene un comportamiento similar al del consumo, sin embargo, los efectos son un poco mayores en términos porcentuales. Este ingreso incrementa en 3.375% considerando estos tres efectos, y con respecto a los efectos individuales, tenemos que el incremento de los precios del petróleo genera un efecto positivo mucho mayor (3.7139%) que el estímulo fiscal (0.3394%).

Con respecto a las exportaciones, el efecto de los tres efectos genera una disminución de las exportaciones (-7.951%), esto se debe en mayor medida por la caída de las exportaciones por el incremento a los precios del petróleo, que en el Escenario 3 cae en 10.867%.

**Cuadro 8. Cambios porcentuales (distintos escenarios)**

	Δ Ingreso Gobierno	Δ Consumo Hogares	Δ Ingreso Salarial	Δ Exportaciones
Escenario 1	7.5100	1.2594	3.3750	-7.9510
Escenario 2	-2.5950	-1.1031	-1.4493	2.1120
Escenario 3	13.2970	1.7099	3.7139	-10.8670
Escenario 4	-2.3490	0.7538	0.3394	0.1870

Fuente: elaboración propia, 2022.

Estos resultados principales se toman en cuenta considerando el planteamiento de las características generales y supuestos del modelo de equilibrio general empleado, descritos en la segunda sección de este trabajo y en el Anexo 1. Para un análisis de mayor alcance es posible modificar algunos supuestos y características, pero esto dependerá de los objetivos particulares de la investigación.

## V. Digresión sobre la centralidad de red de los sectores

Como complemento, los 27 sectores económicos considerados pueden ser analizados cualitativamente por su importancia estratégica dentro de una red de compras y ventas, mediante las medidas de centralidad de grado. Si consideramos los enfoques de encadenamientos hacia atrás (Leontief) y de los encadenamientos hacia adelante (Ghosh), podemos ver los sectores más importantes que pueden transmitir los efectos directos e indirectos de los shocks tanto de demanda, como de oferta, respectivamente. Para mayor detalle de estos enfoques y de las medidas de centralidad, consultar Wasserman, S., & Faust, K. (1994) y Sargent, Thomas J. and Stachurski, John (2022).

En el Anexo 2, se presentan los Grafos de los 27 sectores considerando la matriz de coeficientes técnicos (matriz A de efectos directos) y la matriz inversa de Leontief (matriz L) para los encadenamientos hacia atrás. Además, se presentan los Grafos para la matriz de coeficientes de Ghosh (matriz B de efectos directos) y la matriz inversa de Ghosh (matriz G) para los encadenamientos hacia adelante.

La utilidad principal y la justificación del uso de esta herramienta complementaria, es para comparar los sectores centrales en la economía mexicana con los sectores que mayor efecto han mostrado en las simulaciones realizadas en esta investigación. Por ejemplo, podemos observar que un sector con una centralidad de grado importante es el de la industria petrolera, especialmente para los efectos directos e indirectos, por lo que los impactos de cualquier cambio en este sector se verán amplificados dentro de la red de insumos intermedios, por su posición estructural.

Otros sectores importantes por su posición estructural son los de maquinaria eléctrica, minería y equipos de transporte, especialmente para los efectos directos e indirectos de demanda plasmados en las matrices de coeficientes técnicos y en la matriz inversa de Leontief. Estos sectores son los que muestran los cambios más importantes en su valor agregado en las simulaciones del Cuadro 6. Así mismo, los sectores como los de textiles, químico, maquinaria no eléctrica y productos metálicos, presentan centralidades de grado muy importantes en la matriz de Ghosh de efectos directos y en la matriz inversa de Ghosh de efectos directos e indirectos. Estos sectores también presentan los cambios más importantes en el valor agregado sectorial.

Los sectores de comercio, construcción y otros servicios, no presentan centralidades de grado muy importantes, sin embargo, su posición estructural como intermediarios de las redes de intercambio los hacen centrales, por lo que aparecen en el centro de los grafos, en todos los casos. Esto implica que pueden facilitar la transmisión de los cambios en los sectores de la economía. Estos también coinciden con los sectores con mayores cambios en el valor agregado del Cuadro 6, especialmente los sectores de construcción y el sector de otros servicios.

Hay, por lo tanto, una consistencia importante entre los sectores centrales en la esfera productiva de la economía y los sectores con los mayores efectos para las simulaciones de esta investigación, en la que hemos considerado no solamente la esfera productiva de intercambios intersectoriales, sino una estructura más amplia a través de una MCS. Esto último nos ha permitido analizar los componentes agregados de consumo, ingreso salarial, recaudación fiscal, exportaciones y los efectos en los precios.

## Conclusiones

El análisis de Equilibrio General con base a una Matriz de Contabilidad Social, presentado en esta investigación resulta de interés para efectos de política económica en el contexto actual. La política de subsidiar al 100% el IEPS y de proporcionar un estímulo adicional en pesos por litro de gasolina o diésel, ante un contexto internacional de incrementos de los precios de los combustibles, tiene un costo fiscal importante, sin embargo, si consideramos los incrementos de los precios del barril de petróleo, los resultados pueden resultar importantes en términos de compensación de los efectos negativos en las finanzas públicas. Con esta motivación, en este trabajo analizamos los impactos de los cambios, tanto de los precios de referencia internacional de los combustibles y del barril de petróleo, como de los incrementos de los estímulos, en el valor agregado de los sectores, en la recaudación fiscal, el consumo de los hogares, en los ingresos salariales y en las exportaciones. Planteamos cuatro escenarios, el primero considerando los efectos combinados de los tres cambios, y los otros tres escenarios son los efectos individuales, con cambios en los precios de los combustibles en 50%, en los precios del barril de petróleo en 75% y de los estímulos en 400%. Estos porcentajes se basan en el incremento de estas variables entre abril de 2021 a abril de 2022 y suponiendo que el cambio anual permanecerá en estos números aproximadamente.

Los resultados muestran que, considerando los efectos de los incrementos de los precios de los combustibles y del petróleo y de los incrementos en los subsidios, la recaudación fiscal incrementará en 7.51%, principalmente por el efecto que tendrá el incremento de los precios del barril del petróleo, que por sí solo incrementará la recaudación fiscal en 13.297%. Por sí solo, el incremento de los subsidios hará decrecer la recaudación fiscal en 2.349%, mientras que el incremento de los precios internacionales de los combustibles disminuye esta recaudación en 2.595%. Estos tres efectos conjuntos, incrementará el ingreso salarial en 3.375% y el consumo de los hogares en 1.2594%, mientras que las exportaciones caerán en -7.951%. El incremento de los precios del petróleo es el principal detonante del aumento del ingreso y del consumo de los hogares y de la caída de las exportaciones, y no el estímulo fiscal por sí mismo.

Por otra parte, el valor agregado sectorial disminuye en promedio 1.668% considerando los tres efectos en el primer escenario. Los sectores que más disminuyen su valor agregado son los relacionados con las manufacturas, como el sector de maquinaria no eléctrica, el sector de hierro,

acero y metales no ferrosos, el sector de maquinaria eléctrica y el sector de quipos de transporte. Los sectores que aumentan su valor agregado son el sector de la construcción y el sector de otros servicios (que incluye servicios de salud y educativos). Estos sectores en su mayoría coinciden con los sectores estructuralmente importantes en la esfera productiva de la economía mexicana. Por un lado, el incremento de los precios de los combustibles, hacen crecer el valor agregado de estas manufacturas, sin embargo, el incremento de los precios del petróleo, provocan su caída más pronunciada. Los estímulos fiscales por sí mismos hacen crecer principalmente a los sectores de productos químicos (2.87%) y el sector del transporte (2.241%).

En general, el incremento de los precios de referencia internacional de los combustibles, hacen crecer los precios en el sector petrolero, especialmente los combustibles domésticos, en 9.748%, lo cual se ve más que compensado por el incremento de los estímulos fiscales, los cuales hacen caer estos precios hasta en 11.747%, lo que provoca un efecto conjunto de disminución de los precios domésticos de los combustibles en 4.357%.

Estos resultados muestran que esta política de estímulos es efectiva al disminuir los precios de los combustibles, sin embargo, muestra la dependencia fiscal de los ingresos petroleros, que más que compensan los costos asociados a estos estímulos. Además, estos estímulos permiten por sí solos incrementos muy marginales (menos del 1%) del ingreso salarial y del consumo de los hogares, mientras que el incremento de los precios del petróleo, tienen un mayor peso (incremento de 3.7139% del ingreso salarial).

Es importante señalar que habría que hacer más simulaciones con distintos escenarios y supuestos, pero esto será parte de un trabajo posterior. Esto debido a que los escenarios planteados considera cambios en los precios internacionales del petróleo y de los combustibles y de un incremento en los subsidios con base a la información preliminar disponible al primer cuatrimestre del 2022 y los supuestos del modelo de equilibrio general pueden modificarse para analizar los resultados con un mayor alcance.

## Anexo 1

Cada valor de las celdas de la MCS se especifica por una expresión algebraica, las cuales podemos clasificar en distintos conjuntos de formas funcionales denotados por los caracteres  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \phi, \psi, \kappa, \nu$  y  $\mu$  que hacen referencia a las versiones alternativas de la ecuación (3). Adicionalmente especificamos las reglas de cierre del sistema y la calibración del modelo.

### Etapa 1. Cuentas de actividades y bienes

En primer lugar, podemos escribir la función producción CES, para los elementos de la MCS con tecnología de producción con elasticidad de sustitución constante (CES) con retornos constantes de escala, que podemos clasificar dentro de los elementos de tipo  $\alpha$ , y la función es:

$$q_j = \left[ \sum_i F_{ij}(\theta) q_{ij}^{-\rho_j} \right]^{-1/\rho_j} \quad (5)$$

Donde  $q_j$  es la producción, las variables  $q_{ij}$  son insumos, y  $F_{ij}(\theta)$  es función del tiempo  $\theta$ , que permiten cambio técnico exógeno. Por simplicidad se asumen retornos constantes a escala y la elasticidad de sustitución constante entre los insumos de factores en la columna  $j$ , i.e.,  $\sigma_j$  está dado por  $1/(1 + \rho_j)$ .

son necesarios tres supuestos más para completar la especificación  $\alpha$ . Los primeros dos son: (1) que cada insumo  $q_{ij}$  está disponible con una oferta perfectamente elástica al precio  $p_i$ , y (2) que los insumos  $q_{ij}$  se combinan para minimizar el costo de producir  $q_j$ . Estos supuestos implican el resultado familiar de que el costo marginal está dado por la segunda parte de

$$p_j = MC_j = \left[ \frac{p_i}{F_{ij}(\theta)} \right] \left( \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^{1/\sigma} \text{ para todo } i \quad (6)$$

La proposición de que el precio es igual al costo marginal es ahora el tercer supuesto para completar la especificación.

Para traducir este resultado en la forma TV sustituimos  $q_{ij}$  por  $\frac{t_{ij}}{p_i}$  y  $q_j$  por  $\frac{y_j}{p_j}$  en la ecuación (6) para obtener

$$t_{ij} = \left[ F_{ij}(\theta) \right]^{\sigma_j} \left( \frac{p_i}{p_j} \right)^{1-\sigma_j} y_j \quad (7)$$

$$t_{ij} = a_{ij}^0 f_{ij}(\theta) \left(\frac{p_i}{p_j}\right)^{1-\sigma_j} y_j \quad (8)$$

Donde, en general, la notación  $a_{ij}$  se usa para la expresión de  $t_{ij}$  como una fracción de la columna total  $y_j$ :

$$a_{ij} = t_{ij}/y_j \quad (9)$$

y  $a_{ij}^0$  es el valor de  $a_{ij}$  en el año base. También por convención todos los precios se toman como unitarios en el año base. Entonces  $a_{ij}^0$  es igual a  $[F_{ij}(\theta)]^{\sigma_j}$ ; y  $f_{ij}(\theta)$  es equivalente a  $\left[\frac{F_{ij}(\theta)}{F_{ij}(0)}\right]^{\sigma_j}$ .

De esto se sigue que  $f_{ij}(\theta)$  es también unitario en el año base.

Dadas estas convenciones de normalización, la ecuación (8) para  $t_{ij}$  define la especificación de los elementos  $\alpha$ .

Note que los datos de año base en la MCS determinan  $a_{ij}^0$ , tal que para completar la calibración de la especificación de sus elementos  $\alpha$  se requiere adicionalmente solo un valor para la elasticidad de sustitución  $\sigma_j$  y la especificación de funciones exógenas de tiempo  $f_{ij}(\theta)$ .

En segundo lugar, los gastos o entradas de la MCS que se suponen con tecnología Leontief, en el que los insumos son estrictamente complementarios, le asignamos la especificación  $\beta$ .

Este es un caso especial de la formulación CES, correspondiendo un valor de cero para  $\sigma_j$ .

Entonces de la ecuación (8), la especificación  $\beta$  implica que

$$t_{ij} = a_{ij}^0 f_{ij}(\theta) \left(\frac{p_i}{p_j}\right) y_j \quad (10)$$

Donde  $a_{ij}^0$  es el coeficiente de Leontief del año base que determina el valor inicial de la razón  $q_{ij}/q_j$  y las funciones  $f_{ij}(\theta)$  permite a estos coeficientes cambiar exógenamente a lo largo del tiempo.

En tercer lugar, definimos la especificación  $\gamma$ , cuando se agrega un impuesto indirecto a los bienes de origen nacional antes de su traslado para ayudar a satisfacer la demanda final nacional. Este mark-up puede denotarse como  $\tau_j(\theta)$ . El ingreso de impuesto indirecto es por lo tanto una

proporción  $\tau_j(\theta)$  del valor de los bienes y servicios antes de impuestos. Esto puede ser expresado alternativamente como una proporción  $\frac{\tau_j(\theta)}{1+\tau_j(\theta)}$  del valor de los bienes y servicios después de impuestos; esto es, de  $y_j$ . Entonces, para especificar ingresos de impuestos indirectos, tenemos

$$t_{ij} = \left\{ \frac{\tau_j(\theta)}{1+\tau_j(\theta)} \right\} y_j \quad (11)$$

y esto define la especificación  $\gamma$  del modelo.

Es de interés diagnosticar en este punto y notar que las incidencias de los impuestos indirectos pueden ser relacionadas a la formulación de Leontief de la tecnología de los bienes y servicios capturada en la ecuación (10). Para ver esto, pensemos en el impuesto indirecto para el bien  $j$  como una etiqueta que se necesita adjuntar a cada unidad del bien antes de que se venda. Sea  $p(j)$  el precio de dicha etiqueta, supongamos además que existe una etiqueta distinta para cada tipo de bien que se grava y que cada tipo de etiqueta tiene su propia cuenta en la MCS. Las cuentas de bienes y servicios compran sus respectivas etiquetas, mientras que los ingresos por las ventas de etiquetas se acumulan para el gobierno. Al comprar las etiquetas, las cuentas de bienes y servicios deben de comprarlas en una relación proporcional fija a los bienes mismos (de hecho, en una relación de uno a uno), de modo que el costo de comprar etiquetas puede modelarse de acuerdo con la formulación de Leontief, con  $p(j)$  reemplazando  $p_i$  como el costo unitario del insumo, y  $f_{ij}(\theta)$  fijado en la unidad (porque ningún progreso tecnológico puede cambiar la relación uno a uno en la que se requieren las etiquetas en relación con los bienes). Tal enfoque sería equivalente a la especificación en la ecuación (10), siempre que el nivel  $p(j)$  se establezca como

$$p(j) = \left[ \frac{\frac{\tau_j(\theta)}{1+\tau_j(\theta)}}{\frac{\tau_j(0)}{1+\tau_j(0)}} \right] p_j \quad (12)$$

Esto establece que el costo de etiqueta de impuestos para el bien  $j$  debe de ser una fracción  $\tau_j(\theta)$  del costo antes de impuestos del bien en sí mismo y, por lo demás, se sigue del hecho de que  $p_j$  es un precio después de impuestos que, como  $p(j)$  debe de ser normalizado para tener valor unitario en el periodo base.

En cuarto lugar, introducimos la especificación  $\delta$ , para las importaciones como la fuente esencial de oferta. Si  $\pi_j(\theta)$  es su precio en unidades de moneda extranjera, y  $x$  el tipo de cambio, entonces

el precio doméstico de las importaciones es  $x\pi_j(\theta)$ . Sustituyendo esto para  $p_i$  en la ecuación (10) y suprimiendo el término de cambio técnico  $f_{ij}(\theta)$  tenemos

$$t_{ij} = a_{ji} \left[ \frac{x\pi_j(\theta)}{p_j} \right] y_j \quad (13)$$

Note que asumiendo que  $p_i = x\pi_j(\theta)$ , el tipo de cambio  $x$  y el precio externo corriente  $\pi_j(\theta)$ , las importaciones son efectivamente normalizados para ser la unidad en el periodo base. Entonces, la ecuación (13) es esencialmente el mismo que la ecuación (10) pero con  $f_{ij}(\theta)$  sustituida por  $\pi_j(\theta)$  y  $p_i$  sustituida por  $x$ .

En quinto lugar, en la etapa final de modelación de la oferta de los bienes y servicios, los bienes domésticos y externos forman una cesta compuesta que satisface la demanda final doméstica. En la formulación de la especificación de cómo se determina esta cesta de bienes compuestos tiene 2 versiones extremas posibles. En la primera, todas las importaciones son estrictamente complementarias a los bienes domésticos, si este es el caso, el modelo de Leontief  $\beta$  provee la correcta especificación para las entradas de la MCS correspondiente a estas cuentas. El caso polar opuesto surge si se considera que las importaciones son perfectamente competitivas con los bienes producidos en el país y por lo tanto sustitutos perfectos. Entre estos extremos hay un amplio rango de casos posibles que pueden ser capturados por la CES de la especificación  $\alpha$ .

Note que los tratamientos implican que todas nuestras especificaciones pueden ser expresados, en efecto, como si fueran Leontief o CES. Como el primero es un caso especial del segundo, se sigue que la función CES define la clase más general de especificaciones que hemos adoptado. Con relación al tratamiento más simple de los balances de bienes y servicios en términos de modelos de coeficientes fijos, este enfoque puede ser visto como un segundo orden de aproximación a la realidad introduciendo la influencia de los precios relativos por medio de un conjunto de elasticidades constantes de sustitución.

## **Etapa 2. Cuentas de factores, instituciones y el resto del mundo.**

En este modelo se supone que las ofertas de factores se fijan dentro del período de tiempo unitario del modelo y se cambian o actualizan solo entre períodos. Las dotaciones de factores y su posesión se fijan al principio para cada periodo en el modelo, lo que implica que las asignaciones de los ingresos factoriales permanecen en la misma proporción fija para cada factor. Podemos hacer esta especificación que llamaremos especificación  $\varepsilon$  de participaciones o cuotas de valores fijos, e implica que:

$$t_{ij} = a_{ij}^0 f_{ij}(\theta) y_j \quad (14)$$

Tal que:

$$\sum_i a_{ij}^0 f_{ij}(\theta) = 1 \quad (15)$$

Donde la variable  $a_{ij}^0 f_{ij}(\theta)$  mide la participación de la institución  $i$  en la propiedad del factor  $j$  en el periodo de tiempo  $\theta$ . Una implicación es que los cocientes  $a_{ij}^0$  miden la distribución de la posesión del factor en el periodo base.

La siguiente etapa es modelar los gastos de los hogares. En general, la cuenta de ingreso bruto reúne todos los ingresos que acumulan los hogares de otras cuentas. Por el lado del gasto, una proporción de los ingresos brutos se paga al gobierno en forma de impuestos y otra proporción son los ahorros (que se va a la cuenta de capital). La proporción restante se ingresa en la cuenta de consumo. Por lo tanto, estos desembolsos son de valor fijo como participaciones en el ingreso bruto y se modelan como la especificación  $\varepsilon$ .

Ahora queremos modelar la asignación del gasto de consumo total de los hogares como un sistema de gasto lineal, estos elementos de la MCS se especifican como la forma funcional  $\psi$ . Esto requiere dos pasos, el primero es modelar los gastos comprometidos en bienes y servicios particulares en una cuenta de consumo total y derivar el gasto discrecional total como un residual. Este residual debe ingresarse como pago en una cuenta corriente de consumo de hogares discrecional. Esto constituye un gasto discrecional total. El segundo paso es entonces asignar el gasto discrecional total sobre bienes y servicios en la cuenta corriente de consumo de hogares discrecional.

La forma funcional  $\psi$  describe los gastos comprometidos. Como  $t_{ij} = p_i q_{ij}$  para toda  $i$  y  $j$ , la especificación  $\psi$  es:

$$t_{ij} = t_{ij}^0 f_{ij}(\theta) p_j \quad (16)$$

que implica que  $q_{ij}$  sigue alguna trayectoria exógena dada por  $t_{ij}^0 f_{ij}(\theta)$ .

La parte del gasto total del consumidor que no se requiere para comprar cantidades comprometidas se determina como residual en la cuenta corriente de consumo total de hogares y es de otra manera no especificada. Esto se trata como especificación no determinada v. Los montos no especificados se pagan en la cuenta de consumo discrecional de los hogares y constituyen un gasto discrecional. Esto se asigna a los bienes y servicios de acuerdo con las participaciones de valores fijos (clasificación  $\varepsilon$ ) en la cuenta de consumo discrecional de los hogares. Esto completa la especificación de gastos de hogares.

El tratamiento de los gastos gubernamentales es algo más complicado, que requiere cuentas de consumo y de ingreso del gobierno. El primer paso es asignar sumas fijas en términos de valor como transferencias a los hogares, a las empresas y a la cuenta de gastos de consumo del gobierno. Estos corresponden a la especificación  $\phi$  de valor exógeno.

$$t_{ij} = t_{ij}^0 f_{ij}(\theta) \quad (17)$$

El ahorro del gobierno es un elemento residual, que se denota con una especificación no determinada v.

El siguiente paso es asignar la demanda de consumo del gobierno en bienes y servicios. La especificación elegida supone que los bienes y servicios se compran en cantidades relativas fijas. Esta es la especificación  $k$  de cantidades fijas relativas y requiere que:

$$t_{ij} = \left[ \frac{t_{ij}^0 f_{ij}(\theta) p_i}{\sum_k t_{kj}^0 f_{kj}(\theta) p_k} \right] y_j \quad (18)$$

En las cuentas de capital de las instituciones nacionales, el ahorro total se recopila en la cuenta (fila) de ahorro. Los gastos se modelan en la columna de ahorro como participaciones o cuotas de valor fijo y, por lo tanto, de acuerdo con la especificación  $\varepsilon$ . En otras palabras, una proporción fija del gasto de inversión agregado se asigna a la expansión del stock de capital en cada uno de los sectores productivos.

Estas asignaciones de inversión se traducen en demandas de insumos en las columnas de formación de capital de las industrias. La traducción es efectivamente a través de lo que se conoce en la literatura de insumo-producto como matriz B de coeficientes. Esto significa que los bienes se requieren en proporciones de cantidad fija para proporcionar unidades adicionales de capacidad en cada uno de los sectores de producción. Por lo tanto, implica que los gastos en estas columnas deben seguir la especificación  $k$  de cantidades fijas relativas. Los datos requeridos para implementar este enfoque son detalles de la clasificación bidireccional de los gastos de inversión por sector de origen y sector de destino, como una extensión de la clasificación unidireccional, solo por sector de origen.

Queda por determinar una especificación para cada elemento de la cuenta de gastos para el resto del mundo. El resto de los gastos del mundo en bienes y servicios (es decir, exportaciones) se modelan mediante la especificación  $\mu$  de exportaciones:

$$t_{ij} = t_{ij}^0 f_{ij}(\theta) p_i^{1-\eta_i} (x\pi_i)^{\eta_i} \quad (19)$$

Recordando que  $t_{ij} = q_{ij}p_i$ , se sigue que  $\eta_i$  es la elasticidad precio propio de la demanda del exportable  $i$ , mientras que la función  $f_{ij}(\theta)$  refleja cualquier cambio en la demanda mundial de productos domésticos.

Se utiliza un caso especial de especificación  $\mu$  para modelar algunos elementos de la cuenta del resto del mundo. Estos no son exportaciones de bienes y servicios; se refieren a las transferencias netas de ingresos factoriales y no factoriales del exterior. Y debido a que están en una base neta, es difícil modelarlos con cualquier contenido de comportamiento sustancial. Como alternativa para

abordar los problemas de datos de la estimación de los flujos brutos, se ha adoptado el recurso de suponer simplemente que los flujos netos tienen valores exógenos. Esto se logra restringiendo  $\eta_i$  y  $\pi_i$  en la Ecuación (19) a la unidad.

$$t_{ij} = t_{ij}^0 f_{ij}(\theta) x \quad (20)$$

Los flujos de valor en cuestión son, por lo tanto, exógenos a niveles  $t_{ij}^0 f_{ij}(\theta)$  en unidades de moneda extranjera. Otro elemento en la cuenta del resto del mundo es el déficit de cuenta corriente. Esto se deja como no especificado, al menos en esta etapa, utilizando la especificación v.

### **Reglas de cierre del sistema.**

Las especificaciones del modelo están restringidas por las identidades contables de la MCS (Ecuación (1)), y el sistema resultante es subdeterminado. Por lo tanto, debe restringirse aún más para que podamos llegar a un sistema completamente determinado. Las restricciones adicionales que cumplen esta función se denominan reglas de cierre.

Sea  $f$  el número de cuentas de factores de la producción; sea  $d$ , el número de cuentas de los sectores institucionales nacionales; y sean  $a$  y  $c$  el número de cuentas de actividad productiva y de bienes y servicios, respectivamente. Existe además una cuenta adicional para el resto del mundo. De ello se deduce que el número total de las cuentas es de  $n = f + d + a + c + 1$ .

El sistema tiene variables  $t_{ij}$ ,  $y_i$ ,  $p_i$  y  $x$ . Hay  $n^2$  variables  $t_{ij}$ ,  $n$  variables  $y_i$  y un precio  $p_i$  por cada factor, actividad y bienes y servicios; esto es, un total de  $f + a + c$  precios  $p_i$ . Entonces el número total de variables es de  $n^2 + n + f + a + c + 1 = n^2 + 2n - d$ . Muchos de estos son triviales ya que se refieren a valores nulos de  $t_{ij}$ , el número efectivo de variables se reduce dependiendo de los valores no nulos en la MCS. Note que las cantidades  $q_{ij}$  y  $q_i$  no se contabilizan como variables, porque ellos no entran explícitamente en ninguna etapa, dado que el modelo se expresa en la forma TV. El primer conjunto de ecuaciones a considerar son las especificaciones

de  $t_{ij}$  que se han discutido previamente. Estos cubren todos los elementos de la MCS excepto aquellos que no se especifican explícitamente. Estos podrían ser, por ejemplo, el gasto discrecional de los hogares, el ahorro del gobierno, el ahorro externo, entre otros. En general, el número de elementos no especificados se puede denotar por  $u$ , de modo que las especificaciones de la Ecuación (3) proporcionan  $n^2 - u$  restricciones.

Habiendo especificado los  $t_{ij}$  como arriba, el sistema ahora tiene  $2^n + u - d$  grados de libertad restantes. La mayoría de estos están ocupados por las restricciones contables de la MCS; es decir, por la Ecuación (1), que establece que las  $y_i$  están dadas por los totales de fila y columna de la MCS. Hay  $2n$  de estas restricciones. Pero, como veremos, algunos de ellos son redundantes.

Las cuentas de desembolsos por factor suponen que se determinan como participaciones o cuotas de valor fijo. Esto corresponde a la especificación  $\varepsilon$  y la formulación proporcionada por la Ecuación (14). Sumando esta formulación para  $\varepsilon$  sobre todas las filas  $i$  se obtiene una expresión para la suma de la columna,  $y_j$ ; es decir,

$$y_j = \sum_i t_{ij} = [\sum_i a_{ij}^0 f_{ij}(\theta)] y_j \quad (21)$$

Sin embargo, la ecuación (15) restringe el término entre corchetes a ser unitario. Entonces la Ecuación (21) ahora se reduce a  $y_j = y_j$ . En consecuencia, la suma de las columnas de las cuentas de factores siempre será igual al valor correspondiente de  $y_j$ , por lo que no implica ninguna nueva restricción en el sistema.

Se llega a la misma conclusión para cualquier columna en la que se utilice la especificación  $k$ . Como hemos visto, esta especificación se expresa algebraicamente en la Ecuación (18). Sumar sobre las filas  $i$  en este caso produce

$$y_j = \sum_i t_{ij} = \sum_i \left[ \frac{t_{ij}^0 f_{ij}(\theta) p_i}{\sum_k t_{kj}^0 f_{kj}(\theta) p_k} \right] y_j \quad (22)$$

El cual nuevamente se reduce a  $y_j = y_j$ .

De ello se deduce que las únicas ecuaciones de suma de columnas que realmente restringen el modelo son aquellas que no involucran la especificación  $\varepsilon$  o  $k$ . Esto significa que ninguno de los factores cuenta; algunos, digamos  $d^*$  (donde  $d^* \leq d$ ), de las cuentas institucionales domésticas; y todas las cuentas de actividades, bienes y servicios y la cuenta del resto del mundo ( $a + c + 1$ ). Por lo tanto, la consistencia contable en términos de suma de columnas impone  $d^* + a + c + 1 = n - f - (d - d^*)$  restricciones en el sistema.

Las restricciones implícitas para las cuentas de actividad y desembolso de productos básicos son particularmente interesantes. Cuando se adopta una formulación CES (especificación  $\alpha$ ), se deduce de la Ecuación (8) que sumando sobre  $i$  e igualando el resultado a  $y_j$ , obtenemos una expresión que se puede reorganizar para producir:

$$p_j = [\sum_i a_{ij}^0 f_{ij}(\theta) p_i^{1-\sigma_j}]^{1/(1-\sigma_j)} \quad (23)$$

En otras palabras, la consistencia contable implica una interdependencia entre los precios. Específicamente, cada precio de salida,  $p_j$ , es un agregado CES de los precios de entrada,  $p_i$ , en este caso.

Nuestra discusión anterior sobre la elección de la especificación para las cuentas de actividad y de materias primas mostró que el caso CES cubría las especificaciones más restringidas  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$ . Este resultado ahora puede usarse para hacer la siguiente inferencia. Si consideramos el tipo de cambio como el precio de las divisas, entonces el modelo contiene  $f + a + c + 1$  precios. La consistencia contable para cada actividad y producto ahora impone una restricción como la de la Ecuación (23). Por lo tanto,  $a + c$  de tales restricciones existen en total, y por lo tanto quedan  $f + 1$  grados de libertad en la determinación de los precios. Una forma de interpretar este resultado es que si se conociera el tipo de cambio y el precio de cada factor, entonces se conocerían todos los precios; es decir, todos los demás precios podrían derivarse mediante el requisito de consistencia contable por columnas.

La consistencia contable por columnas se complementa con un requisito similar de la Ecuación (1) para la consistencia contable por filas. Sin embargo, si todas las columnas de la MCS satisfacen la consistencia contable entonces, como una necesidad matemática, una de las filas también lo hará, siempre que todas las demás lo hagan. En consecuencia, la consistencia contable por filas puede proporcionarnos solo  $n - 1$  restricciones linealmente independientes.

A partir de estos argumentos, las restricciones de consistencia de la MCS en filas y columnas dadas por la Ecuación (1) proporcionan  $2n - (f + 1) - (d - d^*)$  restricciones linealmente independientes. Al tenerlos en cuenta, nos queda un modelo que tiene  $[2n + u - d] - [n - f - (d - d^*)] - [n - 1] = (f + 1) + (u - d^*)$  grados de libertad. Además, hemos visto que se debe tomar  $f + 1$  de estos grados de libertad para determinar completamente los precios. Los grados de libertad  $u - d^*$  restantes corresponden entonces al número de valores de transacción no especificados,  $t_{ij}$ , menos el número de restricciones sustantivas impuestas por la coherencia contable en las cuentas de egresos de las instituciones nacionales.

Recoger los  $(f + 1) + (u - d^*)$  grados de libertad restantes implica elegir el número correspondiente de reglas de cierre entre las alternativas proporcionadas por el Cuadro 9.

**Cuadro 9. Especificaciones alternativas para reglas de cierre.**

<b>Descripción</b>	<b>Formulación</b>
Precio o tasa de cambio es exógena	$p_i = g_i(\theta)$ $x = g_x(\theta)$
Precios relativos son exógenos	$p_i = \beta_{ij}(\theta)p_j$
Cantidad es exógena	$y_i = y_i^0 g_i(\theta)p_i$

N.B:  $g_i(0)$ ,  $g_x(0)$  y  $\beta_{ij}(0)$  debe de ser unitario.

La primera de las reglas de cierre permitidas en el Cuadro A1 es para cualquier precio (podría ser el precio de un factor, como un salario o cualquier otro precio) dado exógenamente. La segunda opción permite fijar precios relativos. Por ejemplo, si la mano de obra calificada y la no calificada se distinguen por separado, es posible que queramos fijar su diferencial salarial. Tenga en cuenta que si existen exactamente  $f + 1$  restricciones de los dos primeros tipos, entonces el sistema de

precios se determinará exactamente en el modelo. Más de  $f + 1$  de tales restricciones no pueden existir porque esto sobredeterminaría los precios. Además, debe existir al menos una restricción del primer tipo: el nivel absoluto de al menos un precio debe fijarse exógenamente, porque todas las demás ecuaciones del sistema son homogéneas de grado uno en precios e ingresos. La escala de valores es arbitraria, por lo tanto, a menos que la fijemos explícitamente.

El tercer tipo de regla de cierre prevista en el Cuadro A1 implica que  $q_j$  está fijada exógenamente por la función  $y_j^0 g_j(\theta)$ , de modo que la relación entre  $p_i$  y  $y_i$  está fijada. Este cierre es útil si, por ejemplo, queremos suponer que el precio de algún factor de producción en particular siempre se ajustará para permitir el pleno empleo de ese factor, como cuando suponemos que el stock de capital es específico de la industria y se fija dentro del período del modelo.

La elección de las reglas de cierre tiene una relación importante con la estructura y el comportamiento del modelo. Si existen menos de  $f + 1$  restricciones de los dos primeros tipos, entonces la implicación dentro del modelo es que los precios no son independientes de la escala de producción. Si los precios son realmente independientes de la escala de producción, entonces el sistema resultante se denomina modelo de precio fijo. De lo contrario, es un precio flexible, y los precios aumentarán a medida que se expanda la escala de producción.

Una consecuencia general de seguir el enfoque de la MCS es que se puede considerar que la especificación del modelo define siete conjuntos de ecuaciones, como se presenta en el Cuadro 10.

**Cuadro 10. Estructura de un modelo basado en una MCS**

Ecuación	Número de Ecuaciones	Tipo de ecuación	
$t_{ij} = t_{ij}(p, y, x)$	$n^2 - u$	Ecuaciones de celda	
$y_i = \sum_j t_{ij}$	$n - 1$	Ecuaciones de suma de filas	
$y_j = \sum_i t_{ij}$	$d * + 1$	<b>Ecuaciones sin precio</b>	} <b>Ecuaciones de suma de columnas</b>
$0 = h(p)$	$a + c$	<b>Ecuaciones de precio relativo</b>	
$p_i = \bar{p}_i$ o $x = \bar{x}$	$1 \leq l \leq f + 1$	Ecuaciones de precio absoluto	} <b>Reglas de cierre</b>
$0 = k(p, x)$	$k \leq (f + 1) - l$	Ecuaciones de precio relativo	
$0 = g(y, p, x)$	$(u - d *) + (f + 1) - (k + l)$	Ecuaciones sin precio	

El primer conjunto de ecuaciones comprende las especificaciones para los valores de transacción,  $t_{ij}$ , basándose en las formas alternativas de las Ecuaciones (3), que están permitidas en la lista de opciones que se especificaron como de tipo  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \phi, \psi, \kappa, \nu$  y  $\mu$  en las dos etapas anteriores. Debido a que hay  $n^2$  celdas en la MCS y se especifica  $t_{ij}$  para todos menos  $u$  de estos, se sigue que este primer conjunto de ecuaciones proporciona  $n^2 - u$  restricciones en el sistema.

Los conjuntos de ecuaciones segundo, tercero y cuarto se derivan de las restricciones contables definidas por la MCS. Por lo tanto, el segundo conjunto de ecuaciones constituye las ecuaciones de suma de filas para la MCS, de las cuales hay  $n$ . Uno de estos, sin embargo, depende linealmente de los demás, dadas las ecuaciones de suma de columnas que constituyen el tercer y cuarto conjunto de restricciones. Por lo tanto, existen  $n - 1$  ecuaciones de suma de filas linealmente independientes.

Las ecuaciones de suma de columnas se dividen en dos conjuntos para distinguir las de las cuentas de actividad y de materias primas, que pueden interpretarse como ecuaciones de precios, de las ecuaciones de suma de instituciones nacionales y del resto del mundo que no son redundantes. Hay  $d * + 1$  del último y  $a + c$  del primero.

Los tres últimos conjuntos de ecuaciones corresponden a los tres tipos de reglas de cierre del Cuadro A1. Para que el nivel absoluto de precios se determine en el sistema, se deben establecer exógenamente algunos  $l$  precios internos o el tipo de cambio, donde  $l \geq 1$ . Sin embargo,  $l$  no puede exceder  $f + 1$ , porque hay un total de  $a + c + f$  precios internos en el sistema y las ecuaciones de suma de columnas de la SAM ya imponen  $a + c$  restricciones sobre estos. En la medida en que  $l$  no alcance  $f + 1$ , pueden existir  $k$  reglas de cierre que imponen restricciones sobre los precios relativos (en oposición a los absolutos), y  $k$  debe ser tal que  $k + l$  no exceda de  $f + 1$ .

El conjunto restante de reglas de cierre restringe los niveles de ingresos, y, de una forma u otra. Este último conjunto debe tener un número suficiente de elementos para llevar el número total de reglas de cierre a  $(u - d *) + (f + l)$  y por lo tanto completar la especificación de un sistema exactamente determinado.

En conjunto, el Cuadro A2 proporciona un conjunto de  $n^2 + n + f + a + c + 1$  ecuaciones que pueden resolverse para  $f + a + c$  precios internos; el tipo de cambio; los  $n$  ingresos  $y_{ij}$ ; y los  $n^2$  elementos de la MCS.

### **Calibración y soluciones.**

La calibración del modelo desarrollado en las secciones anteriores requiere la estimación de una serie de parámetros. Estos se pueden dividir en dos grupos. El primer grupo comprende aquellos parámetros que se pueden estimar a partir del año base SAM, mientras que los parámetros del segundo grupo no. Los parámetros en el primer grupo se han denotado  $t_{ij}^0$ ,  $a_{ij}^0$ ,  $y_i^0$  y  $\tau_j(\theta)$ , mientras que las del segundo grupo son las funciones exógenas  $f_{ij}(\theta)$ ,  $g_x(\theta)$  y  $g_i(\theta)$ , junto con varias elasticidades  $\sigma_j$  y  $\eta_i$  y tasa de impuestos  $\tau_j(\theta)$ .

Los valores de los parámetros  $t_{ij}^0$ ,  $a_{ij}^0$  y  $y_i^0$  pueden ser tomados directamente de la MCS del año base. En consecuencia, en la medida en que se disponga fácilmente de una MCS de año base equilibrada, la calibración del modelo es un asunto sencillo. Alternativamente, la MCS del año base y parámetros como  $\sigma_j$  y  $\eta_i$  pueden, en principio, estimarse simultáneamente si se dispone de datos de series temporales adecuados. La ganancia en eficiencia puede o no valer la pena el esfuerzo adicional involucrado. Pero, en cualquier caso, lo importante aquí es que cualquiera que sea el enfoque que se adopte, una consecuencia importante será que el modelo reproduzca exactamente el caso base establecido en la MCS inicial. Esto tiene dos ventajas importantes. En primer lugar, implica que se conoce exactamente el punto de partida de todos los experimentos estáticos y dinámicos comparativos. No hay ambigüedad sobre el punto de partida y por ende sobre los cambios que genera el modelo. Segundo, el hecho de que el caso base se reproduzca exactamente garantiza que, al menos en un caso (el caso base) el modelo tiene solución.

Las condiciones bajo las cuales un modelo siempre tendrá una solución no se analizan aquí porque tienen poco que ver con si el enfoque del modelado se basa o no en una MCS. De manera similar, no exploraremos aquí la cuestión de las formas en que se resuelven numéricamente tales modelos.

## Anexo 2

Se presentan los Grafos de los 27 sectores económicos considerados en el trabajo de investigación, para mayor detalle sobre centralidad en redes, consultar Wasserman, S., & Faust, K. (1994) y Sargent, Thomas J. and Stachurski, John (2022). La medida de centralidad de grados por columnas (*in – degree centrality*)<sup>1</sup> se calcula en este documento para cada uno de los  $n$  sectores  $j$  a partir de una matriz  $A = [a_{ij}]$  como:

$$d_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{n * \max(A)}$$

La escala de colores de **rojo** – **verde** – **azul**, indican un mayor índice de centralidad de los nodos en ese orden descendente, i.e., los nodos de color rojo tienen un mayor índice de centralidad que los nodos verdes, y estos últimos un mayor índice de centralidad que los azules. Los tamaños de los nodos indican lo mismo, entre más grandes sean los nodos, mayor es su índice de centralidad. Las aristas siguen este mismo patrón de colores para los valores de los coeficientes.

El *Grafo 1*, muestra las relaciones directas de la matriz de coeficientes técnicos y se interpretan por columnas de la matriz para cada sector (in-degree). El sector de maquinaria eléctrica y de minería presentan los mayores índices de centralidad de grado, lo que implica que requiere de una mayor proporción de insumos intermedios para su proceso productivo, i.e., genera muchas compras. Sin embargo, la minería comercia con un mayor número de sectores, en comparación con el sector de maquinaria eléctrica, por lo que se posiciona en una parte más central. El *Grafo 2*, muestra las relaciones directas e indirectas, con la inversa de Leontief, en donde tenemos que los sectores de maquinaria eléctrica y la industria petrolera tienen los mayores índices de centralidad, y esta última comercia con más sectores de manera directa e indirecta.

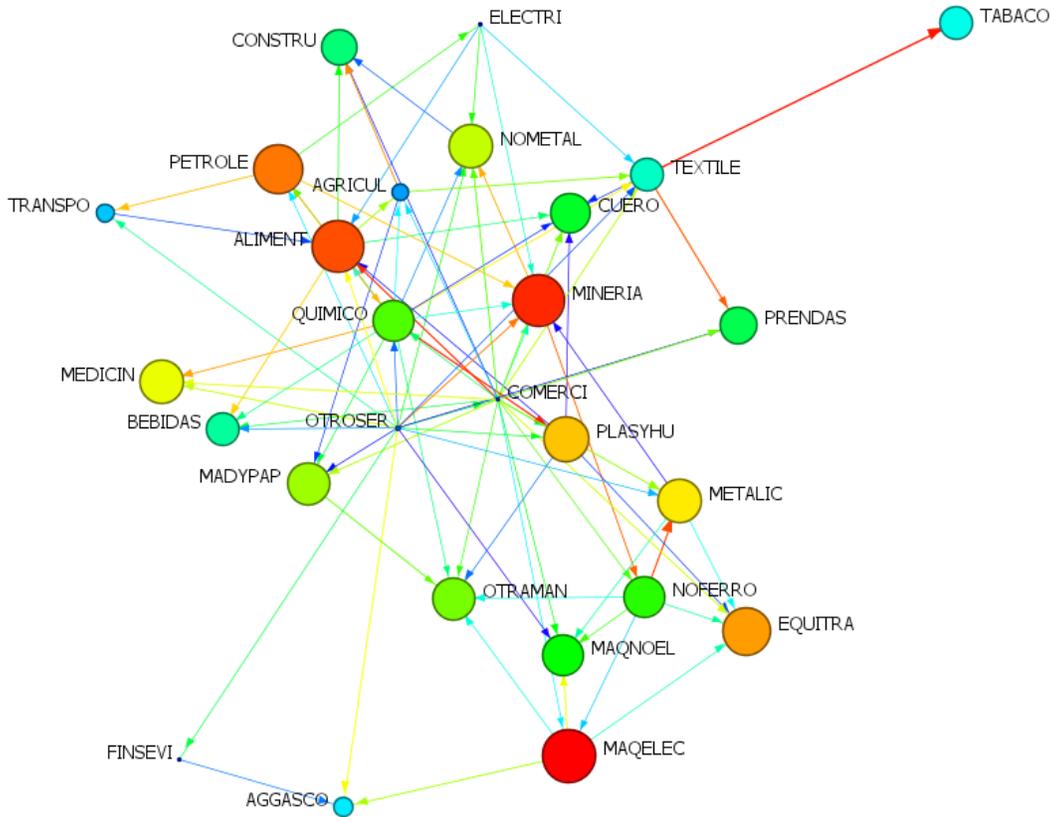
El *Grafo 3*, muestra las relaciones directas de la matriz de los coeficientes vistos por el lado de la oferta o por filas. En este caso los sectores de los textiles y químicos presentan la mayor centralidad (*out-degree*) como oferentes de insumos directos. En el *Grafo 4*, podemos observar que, en los efectos directos e indirectos, con la matriz inversa de Ghosh, los sectores de química y petrolero presentan la mayor centralidad. Esto muestra su importancia estructural como proveedores de insumos a los demás sectores.

---

<sup>1</sup> El cálculo de la centralidad de grado por filas (*out – degree centrality*) es análogo.

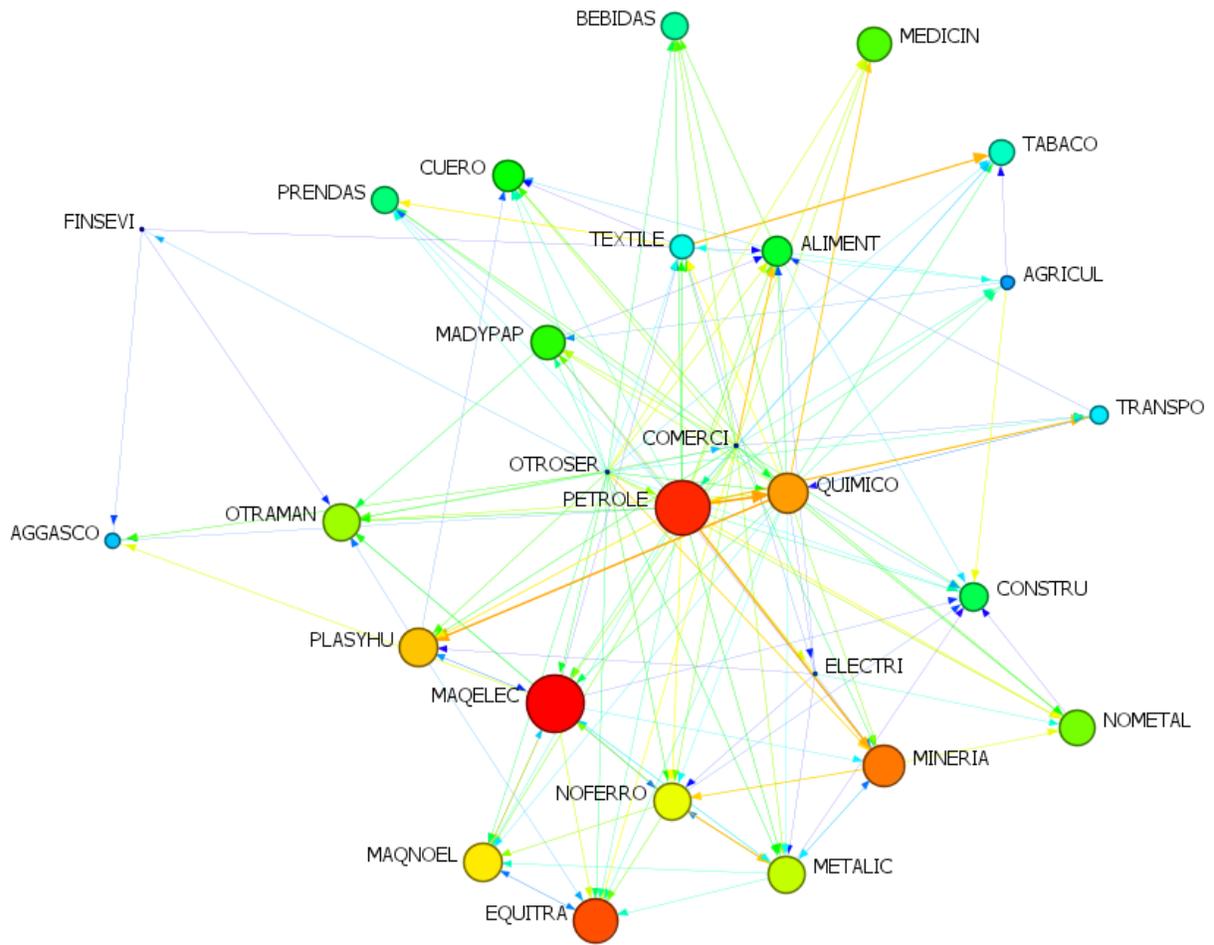
Note que los sectores de comercio, construcción y otros servicios no presentan índices de centralidad de grado altos, sin embargo, son importantes por su posición de intercambio con más sectores por lo que aparecen frecuentemente al centro de los grafos.

**Grafo 1. Centralidad de grado (*in-degree*) para la matriz de coeficientes técnicos (A)**



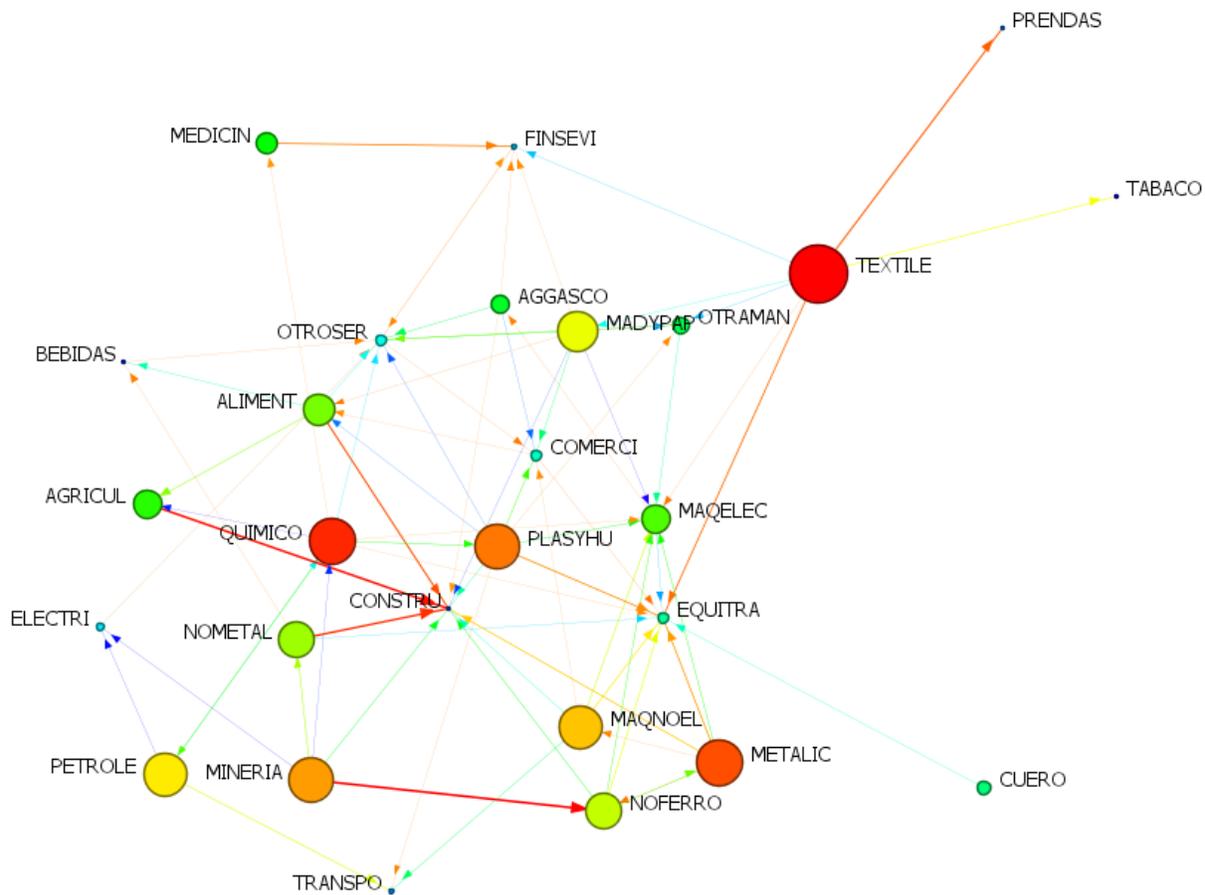
Fuente: Elaboración propia con ORA-LITE NetScenes, versión v.3.0.9.9.135.

**Grafo 2. Centralidad de grado (*in-degree*) para la matriz inversa de Leontief (L)**



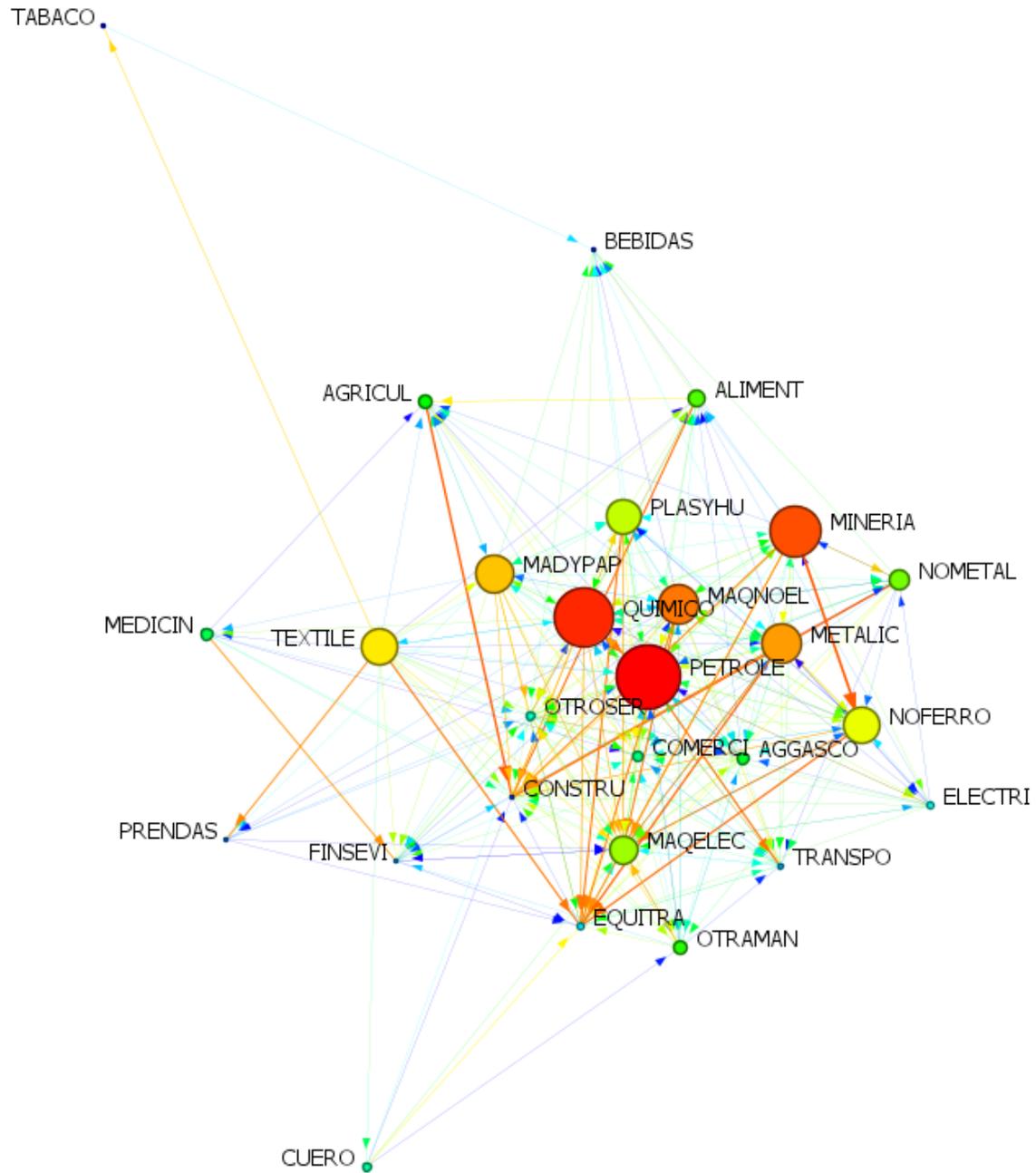
Fuente: Elaboración propia con ORA-LITE NetScenes, versión v.3.0.9.9.135.

**Grafo 3. Centralidad de grado (*out-degree*) para la matriz de Ghosh (B)**



Fuente: Elaboración propia con ORA-LITE NetScenes, versión v.3.0.9.9.135.

**Grafo 4. Centralidad de grado (*out-degree*) para la matriz inversa de Ghosh (G)**



Fuente: Elaboración propia con ORA-LITE NetScenes, versión v.3.0.9.9.135.

## Referencias

Armington, P. 1969. A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. IMF Staff Papers, 16: 159-178.

Arrow, K. J., & Debreu, G. (1954). Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. *Econometrica*, 22(3), 265–290.

Arne Drud, Wafik Grais & Graham Pyatt (1986). Macroeconomic modeling based on social-accounting principles. *Journal of Policy Modeling*, 8(1), 111-145.

Arne Drud, Wafik Grais & Graham Pyatt (1983). The transaction value approach: a systematic method of defining economywide models based on social accounting matrices. Development Research Department, World Bank.

Bos, F. (2009). The national accounts as a tool for analysis and policy. *History, Economic Theory and Compilation Issues*. VDP Publishers.

Casares, Enrique R., & García S., María Guadalupe, & Sobarzo, Horacio, & Ruiz G., Lucía A. (2015). DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO, IMPUESTOS Y TRANSFERENCIAS EN MÉXICO. Un análisis de equilibrio general aplicado. *El Trimestre Económico*, LXXXII (3)(327),523-558.

Harberger, Arnold (1962). The Incidence of the Corporation Income Tax. *Journal of Political Economy*, Vol. 70, No. 3 (June., 1962), pp. 215-240.

IMCO (2022). El precio del petróleo en las finanzas públicas. ¿Ganamos o perdemos recursos?. Instituto Mexicano de la Competitividad A.C.

INEGI (2021). Matrices de Contabilidad Social de México. Fuentes y Metodología. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Johansen, Leif (1960). A multi-sectoral study of economic growth. *Contributions to economic analysis* 21. Amsterdam: North-Holland Co.

McKenzie, Lionel W. (1954). On Equilibrium in Graham's Model of World Trade and Other Competitive Systems. *Econometrica*. 22 (2): 147–161.

Pyatt, G. & J. Round (1979). Accounting and Fixed Price Multipliers in a Social Accounting Matrix Framework. *The Economic Journal*, 89.

Pyatt, G. & E. Thorbecke (1976). *Planning Techniques for a Better Future*. International Labour Office. Geneva, Switzerland.

Pyatt G., & J. I. Round (eds) (1985). *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning*. The World Bank, Washington D C.

Sargent, Thomas J. and Stachurski, John (2022). *Economic Networks: Theory and Computation*. Cornell University, arXiv.

Scarf, H.E., (1967a). The approximation of Fixed Points of a continuous mapping. *SIAM Journal on Applied Mathematics* 15: 1328–43.

Scarf, H.E., (1967b). On the computation of equilibrium prices, in Fellner, W.J. (ed.), *Ten Economic Studies in the tradition of Irving Fischer*. New York, NY: Wiley.

Shoven John B. & Whalley John (1972). A general equilibrium calculation of the effects of differential taxation of income from capital in the U.S. *Journal of Public Economics*, 1972, vol. 1, issue 3-4, 281-321.

Casares, Enrique R., García-Salazar, María Guadalupe, & Sobarzo, H. (2017). Las Matrices de Contabilidad Social como base de datos y soporte de modelos multisectoriales. *EconoQuantum*, 14(1), 119-142.

Sobarzo H. (2019). *Energy, tax and commercial policy in Mexico*. CEE (Center for Economic Studies), El Colegio de Mexico, Mexico.

Stone Richard (1951). Functions And Criteria Of A System Of Social Accounting. *Review of Income and Wealth*, International Association for Research in Income and Wealth, vol. 1(1), pages 1-74, March.

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge University Press.

## **CUADROS**

<i>Cuadro 1.</i>	<i>Estructura sintetizada de la Matriz de Contabilidad Social (primera parte)</i>	<i>9</i>
<i>Cuadro 2.</i>	<i>Siglas en la MCS resumida</i>	<i>11</i>
<i>Cuadro 3.</i>	<i>Sectores económicos en la MCS</i>	<i>12</i>
<i>Cuadro 4.</i>	<i>Estímulos a las gasolinas y diésel en 2022.</i>	<i>19</i>
<i>Cuadro 5.</i>	<i>Escenarios de simulación</i>	<i>24</i>
<i>Cuadro 6.</i>	<i>Cambios porcentuales en el valor agregado sectorial (distintos escenarios)</i>	<i>25</i>
<i>Cuadro 7.</i>	<i>Cambios porcentuales en los Precios Promedio (distintos escenarios)</i>	<i>28</i>
<i>Cuadro 8.</i>	<i>Cambios porcentuales (distintos escenarios)</i>	<i>29</i>
<i>Cuadro 9.</i>	<i>Especificaciones alternativas para reglas de cierre.</i>	<i>44</i>
<i>Cuadro 10.</i>	<i>Estructura de un modelo basado en una MCS</i>	<i>45</i>

## **GRÁFICAS**

<i>Gráfica 1.</i>	<i>Precio promedio de las gasolinas y diésel en México e internacional (pesos por litro) .....</i>	<i>17</i>
<i>Gráfica 2.</i>	<i>Evolución mensual de la inflación en México, USA y el promedio de los países de la OECD. 20</i>	
<i>Gráfica 3.</i>	<i>Contribución porcentual a la recaudación del IEPS de gasolina y diésel.....</i>	<i>21</i>
<i>Gráfica 4.</i>	<i>Recaudación fiscal por concepto de EIPS a combustibles. ....</i>	<i>22</i>
<i>Gráfica 5.</i>	<i>Evolución de la mezcla mexicana de petróleo y el WTI.....</i>	<i>23</i>

## **GRAFOS**

<i>Grafo 1.</i>	<i>Centralidad de grado (in-degree) para la matriz de coeficientes técnicos (A).....</i>	<i>49</i>
<i>Grafo 2.</i>	<i>Centralidad de grado (in-degree) para la matriz inversa de Leontief (L).....</i>	<i>50</i>
<i>Grafo 3.</i>	<i>Centralidad de grado (out-degree) para la matriz de Ghosh (B) .....</i>	<i>51</i>
<i>Grafo 4.</i>	<i>Centralidad de grado (out-degree) para la matriz inversa de Ghosh (G).....</i>	<i>52</i>